

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 05.06.96.

③0 Priorité : 07.06.95 US 485697.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 13.12.96 Bulletin 96/50.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : ALLEGRO MICROSYSTEMS, INC.  
— US.

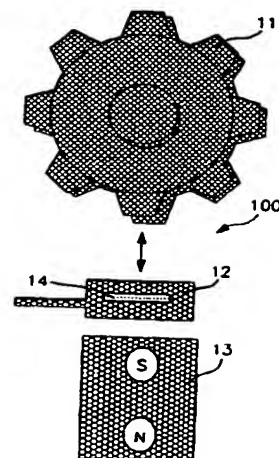
⑦2 Inventeur(s) : VIG RAVI et TU TERI.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : RINUY SANTARELLI.

⑤4 CAPTEUR A EFFET HALL DE PROXIMITE DESTINE A DETECTER LA PRESENCE ET/OU LE PASSAGE D'UN  
OBJET FERROMAGNETIQUE.

⑤7 La présente invention concerne un capteur à effet Hall,  
adapté pour détecter un objet ferromagnétique (11), com-  
prenant une puce de circuit intégré incluant un élément  
plan à effet Hall (14) qui est positionné dans, parallèle à, et  
définit un plan de capteur ayant un côté avant et un côté ar-  
rière, et lequel élément est perpendiculaire à, et centré sur  
un axe de capteur, et une structure magnétique (13) ayant  
un pôle N et un pôle S, la structure magnétique (13) étant  
positionnée derrière le plan de capteur et positionnée de  
sorte qu'un pôle S et un pôle N sont adjacents l'un à l'autre,  
et les deux sont adjacents à l'élément.



FR 2 735 222 - A1



La présente invention concerne un capteur de proximité destiné à détecter la présence et/ou le passage d'un objet ferromagnétique, tel qu'une dent d'engrenage.

La présente invention concerne un capteur de proximité  
5 destiné à détecter la présence et/ou le passage d'un objet ferromagnétique, tel qu'une dent d'engrenage, et plus particulièrement un tel capteur "à réaction" comprenant un assemblage d'une structure magnétique et d'une puce de circuit intégré ayant un élément à effet Hall, la puce  
10 étant montée à une extrémité de la structure magnétique et dans le champ magnétique créé par la structure magnétique. L'élément à effet Hall génère un signal électrique relatif à la résistance du champ magnétique perpendiculaire au plan de l'élément à effet Hall. Quand un objet ferromagnétique  
15 s'approche de l'élément à effet Hall, la résistance du champ magnétique perpendiculaire à l'élément à effet Hall est modifiée. Ainsi la distance et l'orientation physique entre l'objet et l'élément à effet Hall sont reflétées dans le signal électrique généré par l'élément à effet Hall.  
20 Cela permet au capteur à effet Hall de détecter la distance entre le capteur et l'objet ferromagnétique.

Une application tout à fait appropriée pour un capteur de ce type est dans la mesure de la vitesse de rotation ou de la position de rotation d'un engrenage ou d'un disque en  
25 forme d'engrenage. En plaçant ce type de capteur près de la périphérie de l'engrenage, la présence, la proximité, le passage et la fréquence de passage des dents d'engrenage devant le capteur sont reflétés par le signal électrique. Ainsi, le capteur peut être utilisé comme un tachymètre, un  
30 compte-tours, ou pour contrôler un mouvement ou une position de rotation ou linéaire.

Le capteur à effet Hall de l'art antérieur utilise une structure magnétique consistant en un aimant permanent cylindrique avec un pôle (N ou S) à chaque extrémité plate.

La puce Hall est positionnée près d'une extrémité (et d'un pôle), et le plan de l'élément à effet Hall est parallèle au plan de l'extrémité de l'aimant.

Les puces de circuit intégré de ces capteurs de  
5 proximité de l'art antérieur incluent presque toujours un  
amplificateur de tension Hall essentiellement linéaire pour  
amplifier la tension de sortie Hall. Beaucoup de ces  
circuits intégrés Hall incluent aussi un circuit de  
10 déclenchement Schmitt pour produire un signal de sortie  
binaire qui passe d'un niveau (un niveau d'attente) à  
l'autre niveau binaire (un niveau d'action) quand un objet  
ferreux atteint une distance critique à laquelle le champ  
magnétique, perpendiculaire à une face principale de la  
puce, dépasse une amplitude prédéterminée. Ces circuits  
15 sont normalement connectés en CC, de sorte que le capteur  
est capable de détecter des objets ferreux passants à une  
fréquence zéro (par exemple un par an) jusqu'à une  
fréquence très élevée (par exemple 100 kHz).

Ce modèle de capteur de l'art antérieur a été développé  
20 pour détecter la présence d'une cible, telle qu'une dent  
d'engrenage qui était magnétisée, c'est-à-dire était elle-  
même un aimant permanent. Bien qu'en théorie ce modèle  
puisse fonctionner comme un capteur pour des objets  
ferromagnétiques, c'est-à-dire des objets avec une haute  
25 perméabilité magnétique, tels que des objets en fer ou en  
alliages de fer, le modèle ne fonctionne pas bien dans  
toutes les applications. Une raison pour cette déficience,  
comme il sera évoqué ci-dessous, est la ligne de base très  
haute ou le flux magnétique et signal aucun-objet-présent.  
30 Dans beaucoup de situations d'application, le signal objet-  
présent n'est pas tellement plus grand que le signal de  
ligne de base, et la présence de bruit électronique peut  
rendre le modèle de l'art antérieur peu fiable.

Il s'est avéré qu'un modèle avec deux éléments à effet Hall est une amélioration dans certaines situations. En remplaçant l'élément à effet Hall unique par deux éléments étroitement espacés, connectés électriquement pour se neutraliser mutuellement à l'état de ligne de base, un bon signal peut être produit. Malheureusement, le signal est une transition de la ligne de base au fur et à mesure que chaque bord d'attaque et de fuite d'une dent passe devant le capteur. Dans une situation appropriée, il s'agit là d'un capteur utile pour mesurer la fréquence de passage des dents. Cependant, ce modèle ne fournit pas une indication fiable de la présence ou absence d'une dent ou d'un autre objet au moment de la mise sous tension.

Dans beaucoup d'applications, la présence ou absence de la dent est utilisée pour communiquer une information au capteur. Par exemple, dans un moteur de voiture, un engrenage denté pourrait présenter une dent à un capteur quand un cylindre particulier est en position d'allumage. Après le lancement de la procédure d'allumage du moteur, le capteur retiendrait le carburant du cylindre jusqu'à ce que le capteur détecte la dent. De cette façon, du carburant non consommé ne serait pas évacué dans l'atmosphère pendant le démarrage, et la pollution au démarrage serait réduite. Un tel système ne pourrait pas employer un signal non fiable ni un signal qui ne détecte que le passage d'un bord.

Celles-ci et d'autres difficultés éprouvées avec les dispositifs de l'art antérieur ont été supprimées d'une manière novatrice par la présente invention.

Un objet de la présente invention est de fournir un procédé pour fabriquer un capteur de proximité d'objets ferromagnétiques à effet Hall, dans lequel le capteur est hautement sensible à la présence ou absence d'objets ferromagnétiques dans la région du capteur.

Un autre objet de la présente invention est de fournir un capteur de proximité d'objets ferromagnétiques à effet Hall qui est relativement insensible dans une plage de proximité et dans une plage d'éloignement de l'objet ferromagnétique du capteur.

Un autre objet de la présente invention est de fournir un détecteur de dent d'engrenage qui génère un signal électrique qui distingue très clairement entre la situation dent-présente et la situation dent-absente, au moment de la mise sous tension, même pour des engrenages relativement éloignés.

Un autre objet de la présente invention est de fournir un détecteur de dent d'engrenage qui est conçu de sorte que le flux magnétique mesuré par un élément à effet Hall (c'est-à-dire une densité de flux perpendiculaire au plan de l'élément à effet Hall) est faible en valeur absolue ou égal à zéro en cas d'absence ou d'éloignement de l'objet ferromagnétique.

Selon l'invention, un capteur de proximité pour des objets ferromagnétiques comprend une structure magnétique, une puce de circuit intégré du type incluant un élément à effet Hall et des moyens de circuit pour générer un signal qui est fonction de la sortie de l'élément à effet Hall. La puce est installée par rapport à la structure magnétique, de sorte que la puce est adjacente à au moins deux pôles de la structure magnétique, et de sorte que substantiellement tout le flux magnétique de ligne de base traversant l'élément à effet Hall est parallèle au plan de l'élément à effet Hall.

La présente invention concerne un capteur à effet Hall, adapté pour détecter un objet ferromagnétique, comprenant une puce de circuit intégré incluant un élément à effet Hall plan qui est positionné sur, parallèle à, et définit un plan de capteur ayant un côté avant et un côté arrière,

et lequel élément est perpendiculaire à, et centré sur, un axe de capteur, et une structure magnétique ayant un pôle N et un pôle S, la structure magnétique étant positionnée derrière le plan du capteur et positionnée de sorte qu'un pôle S et un pôle N sont adjacents l'un à l'autre et les deux sont adjacents à l'élément.

Dans le but de cette description, une structure magnétique qui présente au moins un pôle N (ou une pièce polaire équivalente) et au moins un pôle S (ou une pièce polaire équivalente) à une seule face d'un aimant est appelée aimant lamellé. Si l'aimant lamellé est formé de couches de pièces magnétisées séparées, alors il est appelé aimant en sandwich. S'il est formé de zones magnétisées séparément d'une seule pièce d'un matériau magnétisable, alors il est appelé aimant multipolaire. Si la structure magnétique fournit un pôle magnétique à l'axe sur la face de l'aimant et l'autre pôle magnétique sur au moins les deux côtés de l'axe (N-S-N ou S-N-S), alors elle est appelée aimant lamellé symétrique.

Le capteur à effet Hall est adapté pour détecter la présence d'un objet ferromagnétique à proximité du capteur, pour détecter la distance entre le capteur et un objet ferromagnétique, pour détecter la position d'un objet ferromagnétique par rapport au capteur, et/ou pour détecter la vitesse à laquelle un objet ferromagnétique passe devant le capteur.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique forme un champ magnétique de détection devant l'aimant et s'étendant vers l'avant du plan de capteur, ledit champ imposant une composante de densité de flux magnétique dans et perpendiculaire à l'élément à effet Hall, la valeur de la composante étant liée à la position de l'objet ferromagnétique dans le champ.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique forme un champ magnétique de détection devant l'aimant et s'étendant vers l'avant du plan de capteur, ledit champ imposant une composante de densité de flux magnétique dans et perpendiculaire à l'élément à effet Hall, la valeur de la composante étant liée à la position de l'objet ferromagnétique dans le champ, et dans lequel la valeur de la composante a une valeur de ligne de base qui a une valeur absolue de presque zéro Gauss et qui survient quand l'objet se trouve à une distance hors de portée du capteur. La valeur proche de zéro a une valeur absolue inférieure ou égale à 400 Gauss. La distance hors de portée est supérieure ou égale à 10 mm. L'élément à effet Hall se trouve à une distance de 0,5 à 2,0 mm de la structure magnétique. L'élément à effet Hall se trouve à une distance de 1 mm de la structure magnétique.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux parties, dont l'une présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux parties, dont l'une présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant, et une de ces parties est reculée par rapport à la face pour régler le champ magnétique de ligne de base créé par la structure magnétique.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure

magnétique incluant au moins deux aimants permanents, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la  
5 structure magnétique a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins un aimant permanent droit et au moins une pièce polaire qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique,  
10 dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure  
15 magnétique incluant au moins deux aimants permanents et au moins une pièce polaire qui est positionnée entre les aimants permanents et qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique, les aimants permanents présentant un des pôles magnétiques à la face  
20 avant, et la pièce polaire présentant l'autre pôle magnétique à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et  
25 parallèle au plan de capteur.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique  
30 incluant au moins deux aimants permanents, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a la forme d'un cylindre avec un axe



magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins un aimant permanent droit et au moins une pièce polaire qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents et au moins une pièce polaire qui est positionnée entre les aimants permanents et qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique, un des aimants permanents présentant au moins l'un des pôles magnétiques à la face avant, et la pièce polaire présentant l'autre pôle magnétique à la face avant.

Cependant, le principe de l'invention peut être le mieux compris en se référant à une de ses formes structurelles, comme représentées sur les dessins ci-joints, dans lesquels:

La figure 1 est une vue schématique sur laquelle sont montrées les caractéristiques générales de systèmes de capteur concernant la présente invention;

la figure 2 est une vue schématique sur laquelle est montrée la façon dans laquelle la présente invention remplace la structure magnétique derrière la puce sur la figure 1 par une structure magnétique lamellée qui présente à la fois le pôle S et le pôle N à l'arrière de la puce et adjacents l'un à l'autre;

la figure 3 est une vue en plan suivant l'axe de l'aimant qui est perpendiculaire à la face de l'aimant

lamellé, aux faces avant et arrière de la puce et au plan de l'élément à effet Hall dans la puce;

la figure 4 est une vue du modèle préféré de la structure magnétique, avec vue sur la face principale de l'aimant;

la figure 5 est une vue de côté du modèle préféré de la structure magnétique;

la figure 6 est une vue en perspective du modèle préféré de la structure magnétique, l'axe s'étendant vers le haut et en dehors du papier depuis la face lamellée principale;

la figure 7a est un schéma de flux montrant la variation de champ magnétique en fonction de l'entrefer entre l'élément à effet Hall et l'engrenage dans une construction conçue antérieurement avec un seul pôle de l'aimant adjacent à l'élément à effet Hall et configurée pour contrôler le passage d'engrenages ferromagnétiques;

la figure 7b est similaire à la figure 7a, excepté que la figure 7b utilise une cible avec des dents plus larges et un espace plus large entre les dents;

la figure 8 concerne la configuration lamellée de la présente invention et est un schéma de flux à la mise sous tension de la densité de flux en Gauss, pour divers entrefers (distances entre dents et capteur) par rapport à la rotation de la cible (engrenage);

la figure 9 est similaire à la figure 8 en ce que les deux concernent la configuration lamellée de la présente invention;

la figure 10 présente un schéma de densité de flux à travers la face d'un aimant en sandwich (N-S-N) dans lequel deux aimants avec des pôles N en face sont séparés par une pièce polaire qui est alignée sur la face et présente un pôle S à la face;

la figure 11 montre l'effet de la position de l'aimant par rapport à l'arrière de l'élément à effet Hall sur l'intensité du champ de base, pour un aimant en sandwich avec une pièce polaire en forme de T alignée;

5 la figure 12 montre l'effet de reculer la pièce polaire par rapport à la face de l'aimant de 2 mm sur la densité de flux de ligne de base (présence de creux) à travers la face d'un aimant en sandwich à pièce polaire en T;

la figure 13 montre un schéma de flux à travers la face  
10 d'un aimant en sandwich à pièce polaire en T avec une pièce polaire reculée de 1,5 mm;

la figure 14 est similaire à la figure 13 excepté que l'aimant utilisé pour générer les données de la figure 14 est un aimant en sandwich dans lequel l'élément central est  
15 un aimant droit inversé (ce n'est pas un T et pas seulement une pièce polaire) également décalé vers l'arrière de 1,5 mm;

la figure 15 montre un capteur à effet Hall de dent d'engrenage à un seul pôle 10 du type connu dans l'art  
20 antérieur;

la figure 16 montre une représentation schématique d'un engrenage qui est déplacé vers une position assez éloignée du capteur montré sur la figure 15, et les dents d'engrenage étant positionnées de part et d'autre du  
25 capteur de sorte que le capteur détecte l'espace entre les dents;

la figure 17 montre le capteur et l'engrenage de la figure 16 où l'engrenage est tourné pour amener la dent à sa position la plus proche sur la trajectoire de rotation;

30 la figure 18 montre un engrenage qui est positionné encore plus proche du capteur que celui de la figure 16;

la figure 19 montre la rotation de l'engrenage montré sur la figure 18 de sorte que la dent d'engrenage se trouve dans sa position la plus proche du capteur;

la figure 20 montre une vue schématique de la présente invention, telle qu'elle correspond à la structure de l'art antérieur montrée sur la figure 15. Sur la figure 20, la face magnétique sur laquelle est monté le capteur à effet Hall est montrée comme une structure lamellée;

la figure 21 montre l'effet de déplacer l'engrenage à détecter vers une position relativement éloignée du capteur;

la figure 22 montre l'effet quand l'engrenage montré sur la figure 21 est tourné pour amener la dent près du capteur;

la figure 23 montre un agencement dans lequel l'engrenage, bien que toujours en position entre deux dents, est placé encore plus proche du capteur que les agencements montrés sur les figures 21 et 22;

la figure 24 montre une position dans laquelle la rotation de l'engrenage positionné sur la figure 23 déplace la dent au plus proche du capteur;

la figure 25 est une représentation graphique de la densité de flux à effet Hall détectée dans les diverses configurations montrées sur les figures 15 à 24;

la figure 26 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut quatre pôles magnétisés et une face;

la figure 27 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut deux pôles, une face, et un plateau en acier;

la figure 28 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut quatre pôles, une face avec un plateau en acier;

la figure 29 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur, avec un plateau en acier et un pôle central;

la figure 30 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur avec une coupelle en acier;

la figure 31 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur, avec une coupelle en acier et un pôle central;

la figure 32 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut trois aimants alternatifs avec un plateau en acier;

la figure 33 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur avec une cornière en acier;

la figure 34 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur avec un canal en acier;

la figure 35 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut des pôles parallèles à l'épaisseur, avec deux plateaux latéraux en acier;

la figure 36 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut deux pôles magnétisés et une face (traversant);

la figure 37 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut trois pôles magnétisés et une face (traversant);

La figure 38 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut deux pôles magnétisés et une face (traversant), avec un plateau en acier;

la figure 39 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut deux aimants avec un plateau en acier;

la figure 40 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut trois pôles magnétisés et une face (traversant), avec un plateau en acier;

la figure 41 est une série de vues en perspective de structures magnétiques qui présentent des pôles multiples à une seule face;

la figure 42 est une vue en coupe d'un environnement d'application dans lequel l'ensemble de capteur de la présente invention peut être utilisé, et plus spécifiquement, la figure montre l'extrémité d'un essieu de roue d'une voiture;

la figure 43 est un modèle informatique de l'effet d'une cible ferromagnétique rectangulaire 11a sur le champ magnétique autour d'une structure magnétique 15a représentant les principes de la présente invention;

la figure 44 correspond à la figure 43 et montre comment le déplacement de la cible 11a vers la structure magnétique fait que les lignes de flux entre la cible et la structure magnétique se concentrent axialement vers l'intérieur;

la figure 45 montre la densité de flux à travers la face d'une structure magnétique qui présente seulement un pôle N et un pôle S à l'arrière de la puce de capteur;

la figure 46 montre le signal de passage d'engrenage produit par la structure magnétique montrée sur la figure 45;

la figure 47 est un tableau comparant les caractéristiques d'un élément à effet Hall et un capteur de substitut appelé élément magnétorésistant.

En se référant d'abord à la figure 1, sur laquelle sont montrées les caractéristiques générales de systèmes de capteur 100 concernant la présente invention, le système inclut une cible ferromagnétique 11, telle qu'un engrenage en acier, une puce de capteur à effet Hall 12, et une structure magnétique 13. Sur la figure 1, la structure magnétique est du type conventionnel d'aimant droit, le pôle S étant à une extrémité adjacente à la puce, et le

pôle N à l'autre extrémité. Ce système peut avoir un ou deux éléments à effet Hall 14 dans la puce, les deux choix, comme décrits ci-dessus, posent des problèmes.

Comme le montre la figure 2, la présente invention remplace la structure magnétique 13 derrière la puce par une structure magnétique lamellée 15 qui présente à la fois le pôle S et le pôle N à la face arrière de la puce et adjacents l'un à l'autre. Cette disposition crée un champ magnétique plus approprié autour de l'élément plan à effet Hall 14. La figure 2 montre une construction simple en sandwich dans laquelle deux aimants droits de placage 16 et 17 sont fixés sur une barre centrale 18. La barre centrale 18 pourrait être un aimant permanent orienté avec ses pôles à l'opposé de ceux des aimants de placage. Alternativement, la barre centrale pourrait être une pièce polaire qui a une haute perméabilité magnétique (conduit facilement le flux magnétique), mais n'est pas elle-même un aimant permanent. Les aimants de placage induiraient un magnétisme provisoire dans la pièce polaire et la feraient réagir comme un aimant de pôle opposé, tant que la structure en sandwich est maintenue. Dans les deux cas, la structure magnétique présente à la fois les pôles S et N à l'arrière de la puce et expose l'élément à effet Hall au champ magnétique qui existe devant la surface multipolaire. Une telle construction peut aussi être réalisée en utilisant une seule pièce d'un matériau magnétisable de façon permanente qui a été magnétisée en trois zones séparées pour former la structure polaire décrite ci-dessus. La figure 3 est une vue en plan suivant l'axe de l'aimant. L'axe est perpendiculaire à la face de l'aimant lamellé, aux faces avant et arrière de la puce et au plan de l'élément à effet Hall dans la puce.

Les figures 4, 5, et 6 représentent le modèle préféré de la structure magnétique. La figure 6 est une vue en

perspective du modèle préféré de la structure magnétique, l'axe s'étendant vers le haut et en dehors du papier depuis la face lamellée principale. Un plat longitudinal est montré et permet à des conducteurs électroniques, depuis  
5 une puce montée sur la face principale, de passer sur la longueur de l'aimant sans s'étendre en-dehors du profil de modèle circulaire de la coupe transversale de l'aimant parallèle à la face d'aimant principale. La figure 4 est une vue du modèle préféré, avec vue sur la face d'aimant  
10 principale. La figure 5 est une vue de côté du modèle préféré.

La structure magnétique peut prendre un grand nombre de formes, comme il sera décrit ci-dessous. La caractéristique essentielle est que la structure magnétique doit former un  
15 champ magnétique autour de l'élément à effet Hall, lequel champ produit les effets quand l'élément est adjacent à deux pôles différents qui sont adjacents l'un à l'autre. Typiquement les deux pôles sont présentés à la face arrière du CI Hall. Le recul d'un ou de plusieurs pôles peuvent  
20 optimiser le champ.

La présente invention concerne un capteur à effet Hall, adapté pour détecter un objet ferromagnétique, comprenant une puce de circuit intégré incluant un élément plan à effet Hall qui est positionné dans, parallèle à, et définit  
25 un plan de capteur ayant un côté avant et un côté arrière, et lequel élément est perpendiculaire à, et centré sur, un axe de capteur, et une structure magnétique ayant un pôle N et un pôle S, la structure magnétique étant positionnée derrière le plan de capteur et positionnée de sorte qu'un  
30 pôle S et un pôle N sont adjacents l'un à l'autre et les deux sont adjacents à l'élément.

Le capteur à effet Hall est adapté pour détecter la présence d'un objet ferromagnétique à proximité du capteur, pour détecter la distance entre le capteur et un objet



ferromagnétique, pour détecter la position d'un objet ferromagnétique par rapport au capteur, et/ou pour détecter la vitesse à laquelle un objet ferromagnétique passe devant le capteur.

5        Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique forme un champ magnétique de détection devant l'aimant et s'étendant vers l'avant du plan de capteur, ledit champ imposant une composante de densité de flux magnétique dans et perpendiculaire à l'élément à effet  
10 Hall, la valeur de la composante étant liée à la position de l'objet ferromagnétique dans le champ.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique forme un champ magnétique de détection devant l'aimant et s'étendant vers l'avant du plan de  
15 capteur, ledit champ imposant une composante de densité de flux magnétique dans et perpendiculaire à l'élément à effet Hall, la valeur de la composante étant liée à la position de l'objet ferromagnétique dans le champ, et dans lequel la valeur de la composante a une valeur de ligne de base qui a  
20 une valeur absolue de presque zéro Gauss et qui survient quand l'objet se trouve à une distance hors de portée du capteur. La valeur proche de zéro a une valeur absolue inférieure ou égale à 400 Gauss. La distance hors de portée est supérieure ou égale à 10 mm. L'élément à effet Hall se  
25 trouve à une distance de 0,5 à 2,0 mm de la structure magnétique. L'élément à effet Hall se trouve à une distance de 1 mm de la structure magnétique.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a une face avant plate adjacente à la  
30 puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux parties, dont l'une présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux parties, dont l'une  
5 présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant, et une de ces parties est reculée par rapport à la face pour régler le champ magnétique créé par la structure magnétique.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la  
10 structure magnétique a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

15 Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins un aimant permanent droit et au moins une pièce polaire qui est temporairement  
20 magnétisée par sa présence dans la structure magnétique, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a une face avant plate adjacente à la  
25 puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents et au moins une pièce polaire qui est positionnée entre les aimants permanents et qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique, un des aimants  
30 permanents présentant au moins l'un des pôles magnétiques à la face avant, et la pièce polaire présentant l'autre pôle magnétique à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a la forme d'un cylindre avec un axe

magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins un aimant permanent droit et au moins une pièce polaire qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

Un capteur à effet Hall est fourni dans lequel la structure magnétique a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents et au moins une pièce polaire qui est positionnée entre les aimants permanents et qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique, les aimants permanents présentant un des pôles magnétiques à la face avant, et la pièce polaire présentant l'autre pôle magnétique à la face avant.

La figure 7a concerne une construction conçue antérieurement avec un seul pôle de l'aimant adjacent à l'élément à effet Hall et configurée pour contrôler le passage d'engrenages ferromagnétiques. La figure 7 est un schéma de flux montrant la variation en champ magnétique en

fonction de l'entrefer entre l'élément à effet Hall et l'engrenage. Le graphique est en Gauss négatifs, de sorte que la ligne de base (entre les dents) est la courbe supérieure de chaque ligne de données. L'amplitude des  
5 lignes de données augmente quand l'entrefer diminue (distance entre dents et capteur). Le champ de ligne de base est extrêmement élevé, c'est-à-dire le champ de force magnétique est de 3000 G (en fait -3000 G puisque le pôle adjacent à la puce à effet Hall est S, de sorte que le flux  
10 est négatif) pour l'aimant SmCo utilisé dans ce cas. Pour travailler sur de grands entrefers, une variation de champ magnétique extrêmement faible doit être mesurée sur un grand champ de base. Par exemple, l'entrefer de 80 mil crée un signal de 100 G sur un champ de base de 3000 G. C'est  
15 une tâche extrêmement difficile. De plus, dans certains cas, le champ de base se déplace, avec l'entrefer, dû à un parasitage entre dents avoisinantes. Quand on prend en considération un bruit de signal d'arrière-plan, qui est toujours présent dans des situations réelles, le problème  
20 devient encore plus difficile.

La figure 7b est similaire à la figure 7a, excepté que la figure 7b utilise une cible avec des dents plus larges et un espace plus large entre les dents.

La figure 8 concerne la configuration lamellée (dans ce  
25 cas, S-N-S) de la présente invention et est un schéma du flux à la mise sous tension de la densité de flux en Gauss, pour divers entrefers (distances entre dents et capteur) par rapport à la rotation de la cible (engrenage). La cible est substantiellement la même que celle utilisée sur la  
30 figure 7b. Les degrés zéro se trouvent au centre de la dent. La configuration lamellée abaisse le champ de base (à environ -100 G) sur la face de l'élément à effet Hall en amenant les deux pôles du champ magnétique immédiatement à l'arrière de l'élément à effet Hall. La présence proche de

pôles opposés sert à court-circuiter les lignes de flux dans le circuit ouvert (quand le creux est présent et non pas la dent). Cela crée un champ bas de ligne de base parce que les lignes de flux magnétique sont parallèles à, et

5 au-dessous de, l'élément à effet Hall dans la puce. Une conception adéquate peut permettre au champ de ligne de base d'approcher zéro Gauss mesuré par l'élément à effet Hall. Quand la dent est présente, le circuit magnétique est modifié et les lignes de flux sont attirées vers la dent et

10 à travers et perpendiculaires à l'élément à effet Hall. Ensuite, l'élément à effet Hall mesure une valeur haute. Ainsi, la dent crée une diversion ou concentration des lignes de flux et peut aussi effectuer ou minimiser la mise en court-circuit (ou le champ de dispersion) dans le

15 système. Le résultat de cette mise en court-circuit quand la dent est absente, et de diversion ou concentration quand la dent est présente, est représenté par le schéma de flux de la figure 8 qui a été créé en faisant tourner un engrenage à grand pas devant le capteur avec divers

20 entrefers entre la périphérie des dents et le capteur. Comme montré, la ligne de base indiquant le creux reste constante et de valeur faible (proche de zéro) au fur et à mesure que l'entrefer varie. Par contre, la densité de flux, indiquant la présence de la dent, chute (la densité

25 négative augmente) au fur et à mesure que l'entrefer diminue. Les densités de flux sont négatives parce que, au niveau de l'élément à effet Hall, les lignes de force magnétique entrent dans les pôles S, comme dans la configuration antérieure, et sont concentrées par la cible.

30 Parce qu'il existe une différence très significative et facilement reconnue entre le signal dent-présente et le signal dent-absente, à la mise sous tension, c'est-à-dire quand le système est activé pour la première fois, le capteur de la présente invention fournit une indication

très fiable de cette condition très critique, par exemple, dans le distributeur d'un moteur à combustion interne pour minimiser la pollution de l'air au démarrage.

La convention de signes utilisée dans des capteurs à effet Hall est qu'un flux depuis un pôle N devant le capteur vers un pôle S derrière le capteur est négatif.

La figure 9 est similaire à la figure 8 en ce que les deux concernent la configuration lamellée de la présente invention. La figure 9 est un schéma de flux à la mise sous tension de la densité de flux en Gauss, pour divers entrefers (distance entre dents et capteur) par rapport à la rotation de la cible (engrenage). Les degrés zéro se trouvent au centre de la dent. La configuration lamellée abaisse le champ de base (à environ 75 G) sur la face de l'élément à effet Hall en amenant les deux pôles du champ magnétique vers l'arrière de l'élément à effet Hall. La présence proche de pôles opposés sert à court-circuiter les lignes de flux dans le circuit ouvert (quand le creux est présent et non pas la dent). Cela crée un champ bas de ligne de base parce que les lignes de flux magnétique sont parallèles à, et au-dessous de, l'élément à effet Hall dans la puce. Une conception adéquate peut permettre au champ de base d'approcher zéro Gauss mesuré par l'élément à effet Hall. Quand la dent est présente, le circuit magnétique est modifié et les lignes de flux sont attirées vers la dent et à travers et perpendiculaires à l'élément à effet Hall. Ensuite, l'élément à effet Hall mesure une valeur haute. Ainsi, la dent provoque une diversion des lignes de flux de façon à minimiser la mise en court-circuit (ou champ de dispersion) dans le système. Le résultat de cette mise en court-circuit quand la dent est absente, et de diversion quand la dent est présente, est représenté par le schéma de flux de la figure 9 qui a été créé en faisant tourner un engrenage à grand pas devant le capteur à divers entrefers

entre la périphérie des dents et le capteur. Comme montré, la ligne de base indiquant le creux reste constante et de valeur faible (proche de zéro) au fur et à mesure que l'entrefer varie. Par contre, la densité de flux provoquée  
5 par la présence de la dent augmente avec la réduction de l'entrefer. Le signe du flux est positif, parce que les lignes de flux au niveau de l'élément à effet Hall de cette configuration (N-S-N) sortent des pôles N et sont concentrées par la cible.

10 La figure 10 présente un schéma de densité de flux à travers la face d'un aimant en sandwich (N-S-N) dans lequel deux aimants avec des pôles N à la face sont séparés par une pièce polaire qui est alignée sur la face et présente un pôle S à la face. L'aimant en sandwich est large de 8 mm  
15 à travers la face, la pièce polaire étant large de 1 mm et les aimants de côté étant larges de 3,5 mm chacun. Au centre de la face et de la pièce polaire, le flux est de -500 G. La valeur est négative parce que le point est adjacent à un pôle S. Quand le point de mesure se déplace  
20 latéralement à travers la face, le flux se déplace vers zéro et atteint zéro légèrement en dehors de la limite de l'aimant à pièce polaire. Alors, comme le point de mesure se déplace plus, le flux augmente positivement quand il se déplace à travers le pôle N, jusqu'à une valeur maximale de  
25 1000 G à 1 mm de la limite de l'aimant à pièce polaire. L'outil de mesure sature à, ou n'enregistre pas, une valeur au-dessus de 1000 G. Il convient de comprendre que ce schéma présente seulement la composante de flux perpendiculaire à la face d'aimant.

30 La figure 11 montre l'effet de la position d'aimant par rapport à l'arrière de l'élément à effet Hall sur l'intensité du champ de ligne de base, pour un aimant en sandwich avec une pièce polaire en T alignée. Le graphique

montre la densité de flux par rapport à la position de l'aimant derrière le dispositif Hall pour divers entrefers.

La figure 12 montre l'effet de reculer la pièce polaire par rapport à la face de l'aimant de Z mm sur la densité de flux de ligne de base (creux présent) à travers la face d'un aimant en sandwich à pièce polaire en T. Il apparaît qu'une valeur Z de 1,25 place le flux de ligne de base central approximativement à zéro.

La figure 13 montre un schéma de flux à travers la face d'un aimant en sandwich à pièce polaire en T avec une pièce polaire reculée de 1,5 mm.

La figure 14 est similaire à la figure 13, excepté que l'aimant utilisé pour générer les données de la figure 14 est un aimant en sandwich dans lequel l'élément central est un aimant droit inversé (ce n'est pas un T et pas seulement une pièce polaire) également reculé de 1,5 mm.

Bien que les principes physiques qui permettent à la présente invention d'atteindre son résultat bénéfique inattendu ne soient pas entièrement compris, le modèle suivant fournit un outil efficace pour concevoir des versions de la présente invention et pour prédire comment elles fonctionneront. Ce modèle est basé sur le modèle de "circuit" magnétique.

La figure 15 montre un détecteur de dent d'engrenage à effet Hall avec un seul pôle du type connu dans l'art antérieur. L'aimant permanent cylindrique 13 présente des extrémités plates en ses pôles N et S. Un capteur à effet Hall 14 est monté à l'extrémité de pôle S. Le plan de détection du capteur est perpendiculaire à l'axe N-S de l'aimant. Parce que le capteur à effet Hall 14 mesure la composante de densité de flux magnétique perpendiculaire au plan de détection du capteur, et parce que les lignes de flux magnétique proviennent de l'infini et se rassemblent ensuite et entrent dans le pôle S de l'aimant, en parallèle



à l'axe de l'aimant, le capteur détecte un très grand flux magnétique négatif (grande valeur absolue) dans la configuration normale, et sans matériau ferromagnétique dans le champ de détection, comme le montre la figure 15.

5 Ainsi, le signal de ligne de base généré par le capteur à effet Hall a une valeur absolue relativement haute. Il est désigné comme la position A sur le graphique du signal Hall de la figure 25 qui montre la valeur absolue du signal Hall.

10 La configuration montrée sur la figure 15 peut être considérée comme une situation dans laquelle l'objet ferromagnétique à détecter est positionné à l'infini par rapport au capteur.

La figure 16 montre une représentation schématique d'un  
15 engrenage 11 qui est déplacé jusqu'à une position relativement éloignée du capteur et les dents d'engrenage étant positionnées de part et d'autre du capteur de sorte que le capteur détecte l'espace entre les dents. L'existence de l'engrenage ferromagnétique dans le champ de  
20 flux magnétique amène le flux à se rassembler et se concentrer légèrement en direction de l'axe N-S de l'aimant. Le résultat est que le flux magnétique détecté par le capteur augmente. Cette position, désignée comme position B sur la figure 25, est montrée comme un signal  
25 Hall accru. Parce que le signal de base qui serait créé par la position A, comme montrée sur la figure 15, est relativement fort, l'augmentation relativement petite du signal à la position B, montrée sur la figure 16, fournit un rapport signal/bruit relativement faible.

30 Quand l'engrenage, qui est positionné comme montré sur la figure 16, tourne pour amener la dent jusqu'à sa position la plus proche sur la trajectoire de rotation, comme le montre la figure 17, les lignes de flux se rassemblent de façon encore plus significative et la

densité de flux perpendiculaire au capteur à effet Hall augmente encore plus. Cette position est montrée à la position D de la figure 25.

La figure 18 montre un engrenage qui est positionné encore plus proche du capteur. Cette position du capteur provoque un rassemblement des lignes de flux intermédiaires entre la position B et la position D, montrées sur les figures 15 et 16, respectivement. Cela est montré en position C sur la figure 25.

La figure 19 montre la rotation de l'engrenage montré sur la figure 18, de sorte que la dent d'engrenage se trouve dans sa position la plus proche du capteur. Cette orientation de la dent et du pôle de l'aimant concentre la quantité maximale de flux directement à travers le capteur et fournit donc le signal Hall le plus fort.

Parce que tous les signaux générés par les positions B, C, D, et E sont relativement faibles en comparaison avec le signal de base qui se trouve en position A, le rapport signal/bruit du signal généré quand l'engrenage tourne devant le capteur est relativement faible. Par conséquent, l'entrefer entre la dent d'engrenage et le capteur devient extrêmement critique pour le fonctionnement fiable du détecteur de dent d'engrenage.

La figure 20 montre une vue schématique de la présente invention telle qu'elle correspond à la structure de l'art antérieur montrée sur la figure 15. Sur la figure 20, la face magnétique sur laquelle est monté le capteur à effet Hall 14 est montrée comme une structure lamellée 15. Cette catégorie d'aimants lamellés est parfois appelée aimants "de maintien" parce qu'ils maintiennent très fortement des objets ferromagnétiques en contact avec eux. La structure magnétique montrée sur les figures 20-24 est composée de deux aimants droits standard S-N 16 et 17 montés en parallèle sur une pièce polaire ferromagnétique 18 ayant

une coupe transversale en forme de T. Parce que les aimants induisent un champ magnétique dans la pièce polaire, la partie de la pièce polaire adjacente et entre les extrémités S de l'aimant devient un pôle N virtuel. Donc, l'aimant agit comme s'il y avait un pôle N entre les deux pôles S. Comme le montre la figure 20, l'effet de cette disposition de l'aimant provoque un "court-circuit" des lignes de flux magnétiques de sorte que, au lieu d'irradier vers l'extérieur de la face de l'aimant vers l'infini le long de l'axe magnétique, les lignes de flux adjacentes à l'axe ont tendance à se déplacer sous une forme hautement concentrée depuis le pôle N de la pièce polaire jusqu'à chaque pôle S.

La partie de la pièce polaire centrale qui s'étend vers l'extérieur et couvre les extrémités arrière des éléments d'aimant est appelée plateau. Elle peut faire partie de la pièce polaire centrale ou elle peut être une pièce polaire séparée. Elle peut aussi être utilisée quand l'élément central est un aimant permanent. L'effet pertinent du plateau est d'augmenter la portée avant du champ magnétique devant la structure magnétique et, de ce fait, d'augmenter la capacité du capteur.

Comme il apparaît sur la figure 20, les lignes de flux qui sont près de l'axe de l'aimant et de l'élément à effet Hall, depuis le pôle N de la pièce polaire jusqu'à chacun des pôles S, sont hautement concentrées très près de la surface extrême de l'aimant et se déplacent essentiellement radialement vers l'extérieur depuis le pôle N et l'axe de l'aimant, et en parallèle au plan du capteur à effet Hall, jusqu'aux pôles S. Par conséquent, bien qu'il y ait une densité de flux magnétique très forte très près de la surface de l'aimant, la densité au niveau de l'élément à effet Hall est réduite de façon très significative ou presque inexistante. En outre, parce que le capteur à effet

Hall détecte seulement la composante de flux magnétique qui est perpendiculaire au plan de l'élément à effet Hall, le capteur à effet Hall détecte effectivement aucun flux magnétique dans la configuration novatrice montrée sur la figure 20. Cela correspond à la position de dent F sur la figure 25 ou une situation où l'objet ferromagnétique à détecter se trouve à l'infini. Le signal Hall s'approche de zéro.

La figure 21 montre l'effet de déplacer l'engrenage 11 à détecter vers une position relativement éloignée du capteur. Parce que la densité de flux dans la présente invention réside aussi près de la face de l'aimant, la présence de l'engrenage avec sa dent chevauchant le capteur n'a presque aucun effet sur le capteur. Cette position, montrée à la position G sur la figure 25, n'a qu'un petit ou presque aucun effet sur le signal Hall.

La figure 22 montre l'effet quand l'engrenage montré sur la figure 21 tourne pour amener la dent près du capteur. Cette position est montrée à la position I sur la figure 25. Comme on peut le voir, la position proche de la dent d'engrenage attire le flux magnétique, qui entre dans les pôles S, axialement vers l'intérieur et concentre les lignes de flux près de l'axe de l'aimant et de l'élément à effet Hall. Par conséquent, une quantité substantielle de lignes de flux passent réellement à travers l'élément à effet Hall et ont de façon significative des composantes perpendiculaires au plan de l'élément à effet Hall. Par conséquent, le signal qui est généré à la position I est substantiellement au-dessus de la position entre deux dents de la position G en valeur absolue, c'est-à-dire, dans la configuration S-N-S, une valeur plus négative.

La figure 23 montre un agencement dans lequel l'engrenage, bien que toujours à la position entre deux dents, est placé encore plus près du capteur que dans les

- agencements montrés sur les figures 21 et 22. Comme avec les autres positions entre deux dents montrées sur la figure 21, la présence de l'engrenage dans son orientation entre deux dents n'est pas suffisante pour concentrer axialement ou attirer des quantités significatives de lignes de flux à travers l'élément à effet Hall. Par conséquent, comme le désigne la position H sur la figure 25, il n'y a aucune augmentation significative au niveau du signal avec cette orientation.
- La figure 24 montre une position dans laquelle la rotation de l'engrenage positionné sur la figure 23 déplace la dent au plus près du capteur. Comme on peut le voir sur la figure 24, l'effet du ferromagnétisme de l'engrenage concentre axialement ou attire une très grande quantité du flux et de lignes de flux à travers le capteur à effet Hall. En raison de la densité substantielle du flux à travers le, et perpendiculaire au, plan du capteur, le signal spécifié sur la figure 25 comme étant généré par la position J, figure 24, est relativement fort (très négatif), particulièrement par rapport au signal entre deux dents de la position H. En outre, il est relativement fort en comparaison avec la position de ligne de base à la position F, et donc le rapport signal/bruit de l'agencement est relativement grand.
- Les figures 26-41 présentent une série de structures magnétiques qui représentent les principes de la présente invention en ce qu'elles présentent au moins deux pôles différents à une simple face. La figure 26 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut quatre pôles magnétisés et une face. La figure 27 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut deux pôles, une face, et un plateau en acier. La figure 28 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut quatre pôles, une face avec un plateau en acier. La

figure 29 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur avec un plateau en acier et un pôle central. La figure 30 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur avec une coupelle en acier. La figure 31 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur avec une coupelle en acier et un pôle central. La figure 32 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut trois aimants alternatifs avec un plateau en acier.

La figure 33 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur avec une cornière en acier. La figure 34 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut un pôle parallèle à l'épaisseur avec un canal en acier. La figure 35 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut des pôles parallèles à l'épaisseur avec deux plateaux latéraux en acier. La figure 36 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut deux pôles magnétisés et une face (traversant). La figure 37 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut trois pôles magnétisés et une face (traversant). La figure 38 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut deux pôles magnétisés et une face (traversant), avec un plateau en acier. La figure 39 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut deux aimants avec un plateau en acier. La figure 40 est une vue en perspective d'une structure magnétique qui inclut trois pôles magnétisés et une face (traversant), avec un plateau en acier. La figure 41 est une série de vues en perspective de structures magnétiques qui présentent des pôles multiples à une seule face.

La figure 42 montre un ensemble de capteur 10 de la présente invention dans une situation typique d'application. Dans ce cas, l'ensemble de capteur 10 est positionné avec sa surface avant face à la périphérie  
5 extérieure d'une roue dentée d'engrenage 101 ayant des dents 102. La roue d'engrenage 101 est coaxiale avec, et connectée à, une roue montée sur essieu d'un véhicule, de sorte que la rotation de la roue 103 du véhicule est proportionnelle à la rotation de l'engrenage 101.  
10 L'ensemble de capteur 10 est capable de contrôler le passage des engrenages devant la face du capteur 10 et de produire un signal électrique lié à la vitesse à laquelle les dents passent devant le capteur 10. Le signal électrique est traité dans un processeur de signaux 105  
15 qui, à son tour, passe le signal à l'utilisateur sous une forme adéquate pour l'utilisation. Par exemple, le capteur peut être utilisé pour déterminer la vitesse d'un véhicule, pour déterminer la vitesse d'un moteur, et pour commander l'allumage de bougies en contrôlant la position d'une came  
20 dans un distributeur.

La figure 43 est un modèle informatique de l'effet d'une cible ferromagnétique rectangulaire 11a sur le champ magnétique autour d'une structure magnétique 15a  
25 représentant les principes de la présente invention. La structure magnétique 15a a deux aimants 16a et 17a, et une pièce polaire en forme de T 18a qui a une pièce centrale et un plateau. La pièce centrale est reculée par rapport à la face avant (vers la cible) de la structure magnétique.

La figure 44 correspond à la figure 43 et montre  
30 comment le déplacement de la cible 11a vers la structure magnétique fait que les lignes de flux entre la cible et la structure magnétique se concentrent axialement vers l'intérieur. Un élément à effet Hall sur l'axe et entre la cible et la structure magnétique verrait une plus grande

densité de flux au fur et à mesure que la cible se déplace vers la structure magnétique. Ce modèle soutient l'explication que le champ magnétique sans cible a une "zone neutre" magnétique le long de l'axe de l'aimant et  
5 devant le champ de dispersion, près de la face avant de la structure magnétique. Un capteur de champ magnétique placé dans cette "zone neutre" ne détecterait que très peu ou aucun flux magnétique quand aucune cible n'est présente, mais détecterait un flux quand les lignes de flux  
10 longitudinales sont attirées axialement vers l'intérieur par le capteur par la présence de la cible.

Comme évoqué ci-dessus, une structure magnétique alternative peut être sélectionnée qui présente seulement un pôle N et un pôle S à l'arrière de la puce de capteur.  
15 La figure 45 montre la densité de flux à travers la face d'une structure magnétique qui présente seulement un pôle N et un pôle S à l'arrière de la puce de capteur.

La figure 46 montre le signal de passage de l'engrenage produit par la structure magnétique montrée sur la figure  
20 45. Celui-ci est inférieur aux trois structures polaires, mais est utilisable et peut être moins coûteux à produire.

Bien que cette description ait porté sur l'utilisation d'un élément à effet Hall dans un détecteur de flux magnétique, le concept de la présente invention peut être  
25 appliqué à un substitut de l'élément à effet Hall, appelé élément magnétorésistant. Les caractéristiques de ce type de dispositif sont spécifiées sur la figure 47. L'utilisation de l'élément magnétorésistant dans la présente invention nécessiterait que les différences entre  
30 les deux dispositifs soient reconnues, et en particulier qu'il soit reconnu que le dispositif Hall est un dispositif à différence de tension qui détecte un flux perpendiculaire à son plan, tandis que l'élément magnétorésistant est un



dispositif de résistance qui détecte un flux parallèle au plan du dispositif et perpendiculaire au flux de courant.

Il est évident que des modifications mineures peuvent être apportées au niveau de la forme et de la construction de l'invention sans s'éloigner de l'esprit matériel de celle-ci. Cependant, il n'est pas souhaité de limiter l'invention à la forme exacte montrée et décrite ici.

REVENDEICATIONS

1. Capteur à effet Hall, adapté pour détecter un objet ferromagnétique (11), caractérisé en ce qu'il comprend:

5 (a) une puce de circuit intégré incluant un élément plan à effet Hall (14) qui est positionné dans, parallèle à, et définit un plan de capteur ayant un côté avant et un côté arrière, et lequel élément est perpendiculaire à, et centré sur, un axe de capteur, et

10 (b) une structure magnétique (15) ayant un pôle N et un pôle S, la structure magnétique (15) étant positionnée derrière le plan de capteur, et positionnée de sorte qu'un pôle S et un pôle N sont adjacents l'un à l'autre, et les deux sont adjacents à l'élément.

2. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est adapté à détecter la présence d'un objet ferromagnétique (11) à proximité du capteur.

3. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est adapté à détecter la distance entre le capteur et un objet ferromagnétique (11).

20 4. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est adapté à détecter la position d'un objet ferromagnétique (11) par rapport au capteur.

5. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est adapté à détecter la vitesse à laquelle un objet ferromagnétique (11) passe devant le capteur.

6. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) forme un champ magnétique de détection devant l'aimant et s'étend  
30 vers l'avant du plan de capteur, ledit champ imposant une composante de densité de flux magnétique dans, et perpendiculaire à, l'élément à effet Hall, la valeur de la

composante étant liée à la position de l'objet ferromagnétique dans le champ.

7. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) forme un  
5 champ magnétique de détection devant l'aimant et s'étendant vers l'avant du plan de capteur, ledit champ imposant une composante de densité de flux magnétique dans, et perpendiculaire à, l'élément à effet Hall, la valeur de la composante étant liée à la position de l'objet  
10 ferromagnétique dans le champ, et en ce que la valeur de la composante a une valeur de ligne de base qui a une valeur absolue proche de zéro Gauss et survient quand l'objet est à une distance hors de portée du capteur.

8. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur proche de zéro a une valeur  
15 absolue qui est inférieure ou égale à 400 Gauss.

9. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la distance hors de portée est supérieure ou égale à 10 mm.

20 10. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément à effet Hall se trouve à une distance de 0,5 à 2,0 mm de la structure magnétique (15).

11. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément à effet Hall se trouve à  
25 une distance de 1 mm de la structure magnétique (15).

12. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan  
30 de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux parties, dont l'une présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

13. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a une

face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux parties, dont l'une présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant, et une de ces parties est reculée par rapport à la face pour régler le champ magnétique créé par la structure magnétique (15).

14. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

15 15. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins un aimant permanent droit et au moins une pièce polaire (18) qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique (15), dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

16. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents et au moins une pièce polaire (18) qui est positionnée entre les aimants permanents et qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique (15), un des aimants permanents présentant au moins l'un des pôles magnétiques à la face avant, et la pièce polaire (18) présentant l'autre pôle magnétique à la face avant.

17. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur.

18. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents, dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

19. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins un aimant permanent droit et au moins une pièce polaire (18) qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique (15), dont l'un présente un pôle N à la face avant, et dont l'autre présente un pôle S à la face avant.

20. Capteur à effet Hall, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure magnétique (15) a la forme d'un cylindre avec un axe magnétique et une face avant plate adjacente à la puce et parallèle au plan de capteur, ladite structure magnétique incluant au moins deux aimants permanents et au moins une pièce polaire (18) qui est positionnée entre les aimants permanents et qui est temporairement magnétisée par sa présence dans la structure magnétique (15), un des aimants permanents présentant au moins l'un des pôles magnétiques à la face avant, et la pièce polaire (18) présentant l'autre pôle magnétique à la face avant.

21. Capteur à effet Hall, adapté pour détecter un objet ferromagnétique (11), caractérisé en ce qu'il comprend:

5 (a) une puce de circuit intégré incluant un élément plan à effet Hall (14) qui est positionné dans, parallèle à, et définit un plan de capteur ayant un côté avant et un côté arrière, et lequel élément est perpendiculaire à, et centré sur, un axe de capteur, et

10 (b) une structure magnétique (15) incluant trois éléments magnétisés, la structure magnétique (15) étant positionnée derrière le plan de capteur, et positionnée de sorte que le premier et deuxième des éléments magnétisés place chacun un premier pôle magnétique adjacent à l'élément à effet Hall, et le troisième l'élément magnétisé  
15 place le deuxième pôle magnétique, qui est opposé audit premier pôle magnétique, adjacent à l'élément à effet Hall.

22. Capteur à effet Hall, selon la revendication 21, caractérisé en ce que tous les éléments magnétisés sont des aimants permanents.

20 23. Capteur à effet Hall, selon la revendication 21, caractérisé en ce que les premier et deuxième éléments magnétisés sont des aimants permanents et le troisième élément magnétisé est une pièce polaire (18).

24. Capteur à effet Hall, selon la revendication 21,  
25 caractérisé en ce que les premier et deuxième éléments magnétisés sont des aimants permanents et le troisième élément magnétisé est une pièce polaire (18) intercalée entre lesdits deux éléments magnétisés.

25. Capteur à effet Hall, selon la revendication 21,  
30 caractérisé en ce que le troisième élément magnétisé est un aimant permanent et les premier et deuxième éléments magnétisés sont des pièces polaires.

26. Capteur à effet Hall, selon la revendication 21, caractérisé en ce que ledit troisième élément magnétisé est

intercalé entre les premier et deuxième éléments magnétisés.

27. Capteur à effet Hall, selon la revendication 21, caractérisé en ce que chaque élément de la structure magnétique (15) a une partie arrière éloignée de l'élément à effet Hall, et la structure magnétique (15) inclut un plateau qui couvre toutes les parties arrière.

28. Capteur à effet Hall, selon la revendication 21, caractérisé en ce que chaque élément de la structure magnétique (15) a une partie arrière éloignée de l'élément à effet Hall, et la structure magnétique (15) inclut un plateau qui fait partie d'au moins un des éléments et couvre toutes les parties arrière.

29. Capteur, adapté pour détecter un objet ferromagnétique (11), caractérisé en ce qu'il comprend:

(a) une puce de circuit intégré incluant un élément de capteur qui est positionné dans, parallèle à, et définit un plan de capteur ayant un côté avant et un côté arrière, et lequel élément est perpendiculaire à, et centré sur, un axe de capteur, et

(b) une structure magnétique (15) ayant un pôle N et un pôle S, la structure magnétique (15) étant positionnée derrière le plan de capteur et positionnée de sorte qu'un pôle S et un pôle N sont adjacents l'un à l'autre et les deux sont adjacents à l'élément de capteur.

30. Capteur, adapté pour détecter un objet ferromagnétique (11), caractérisé en ce qu'il comprend:

(a) une puce de circuit intégré incluant un élément magnétorésistant qui est positionné dans, parallèle à, et définit un plan de capteur ayant un côté avant et un côté arrière, et lequel élément est perpendiculaire à, et centré sur, un axe de capteur, et

(b) une structure magnétique (15) ayant un pôle N et un pôle S, la structure magnétique (15) étant positionnée

derrière le plan de capteur et positionnée de sorte qu'un pôle S et un pôle N sont adjacents l'un à l'autre, et les deux sont adjacents à l'élément magnétorésistant.

31. Capteur, adapté pour détecter un objet  
5 ferromagnétique (11), caractérisé en ce qu'il comprend:

(a) une puce de circuit intégré incluant un élément magnétorésistant qui est positionné dans, parallèle à, et définit un plan de capteur ayant un côté avant et un côté arrière, et lequel élément est perpendiculaire à, et centré  
10 sur, un axe de capteur, et

(b) une structure magnétique (15) incluant trois éléments magnétisés, la structure magnétique (15) étant positionnée derrière le plan de capteur et positionnée de sorte que le premier et deuxième des éléments magnétisés  
15 placent chacun un premier pôle magnétique adjacent à l'élément magnétorésistant, et le troisième élément magnétisé place le deuxième pôle magnétique, qui est opposé audit premier pôle magnétique, adjacent à l'élément magnétorésistant.



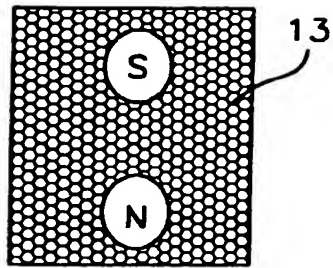
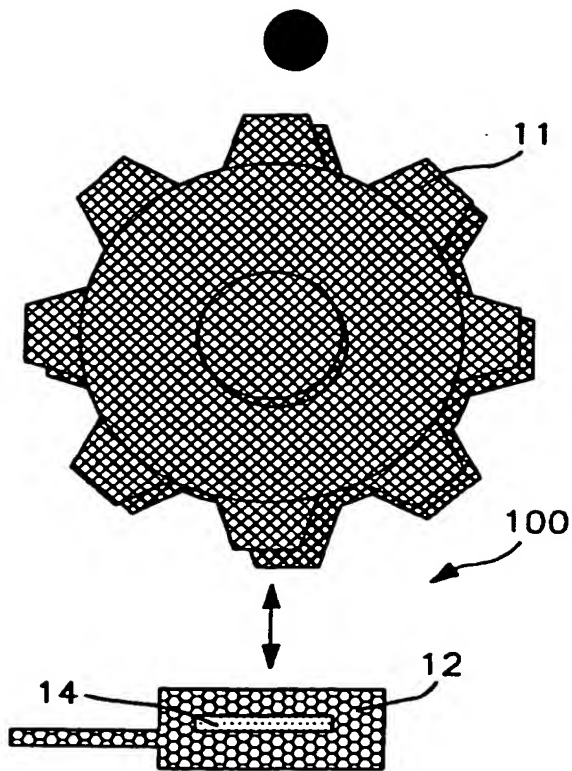


FIG. 1

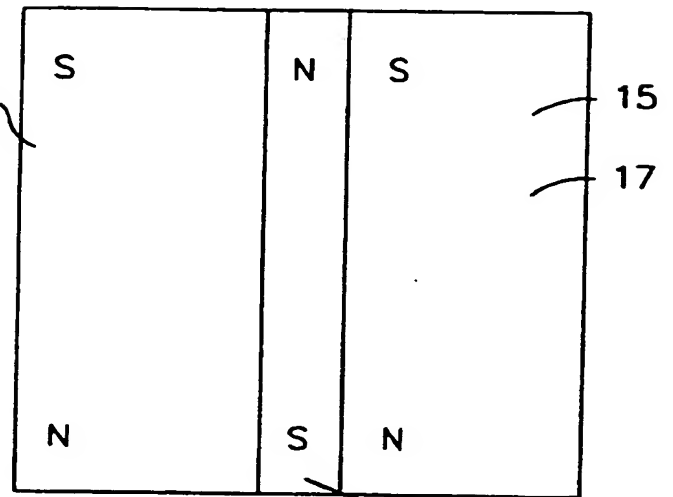


FIG. 2

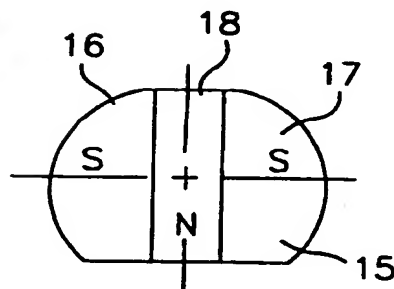


FIG. 4

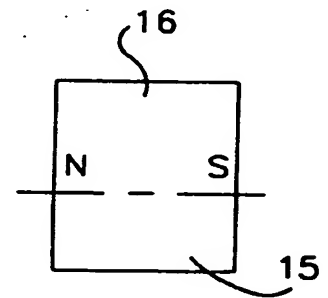


FIG. 5

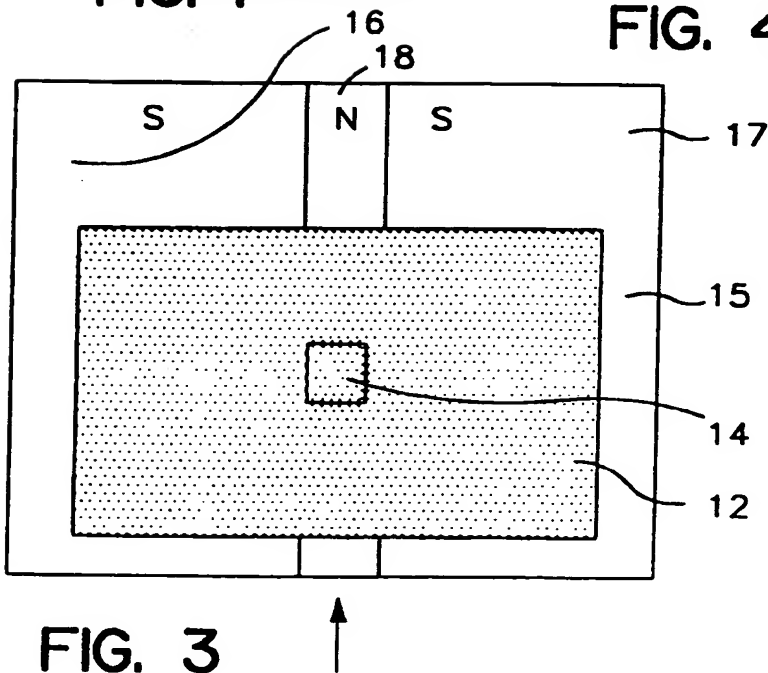


FIG. 3

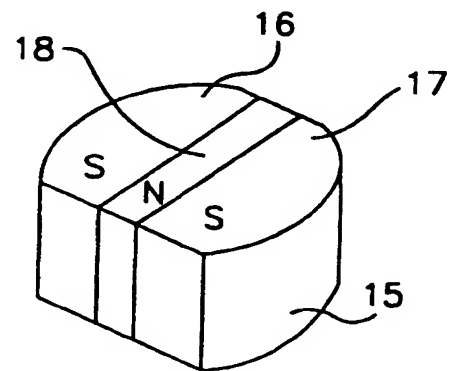


FIG. 6

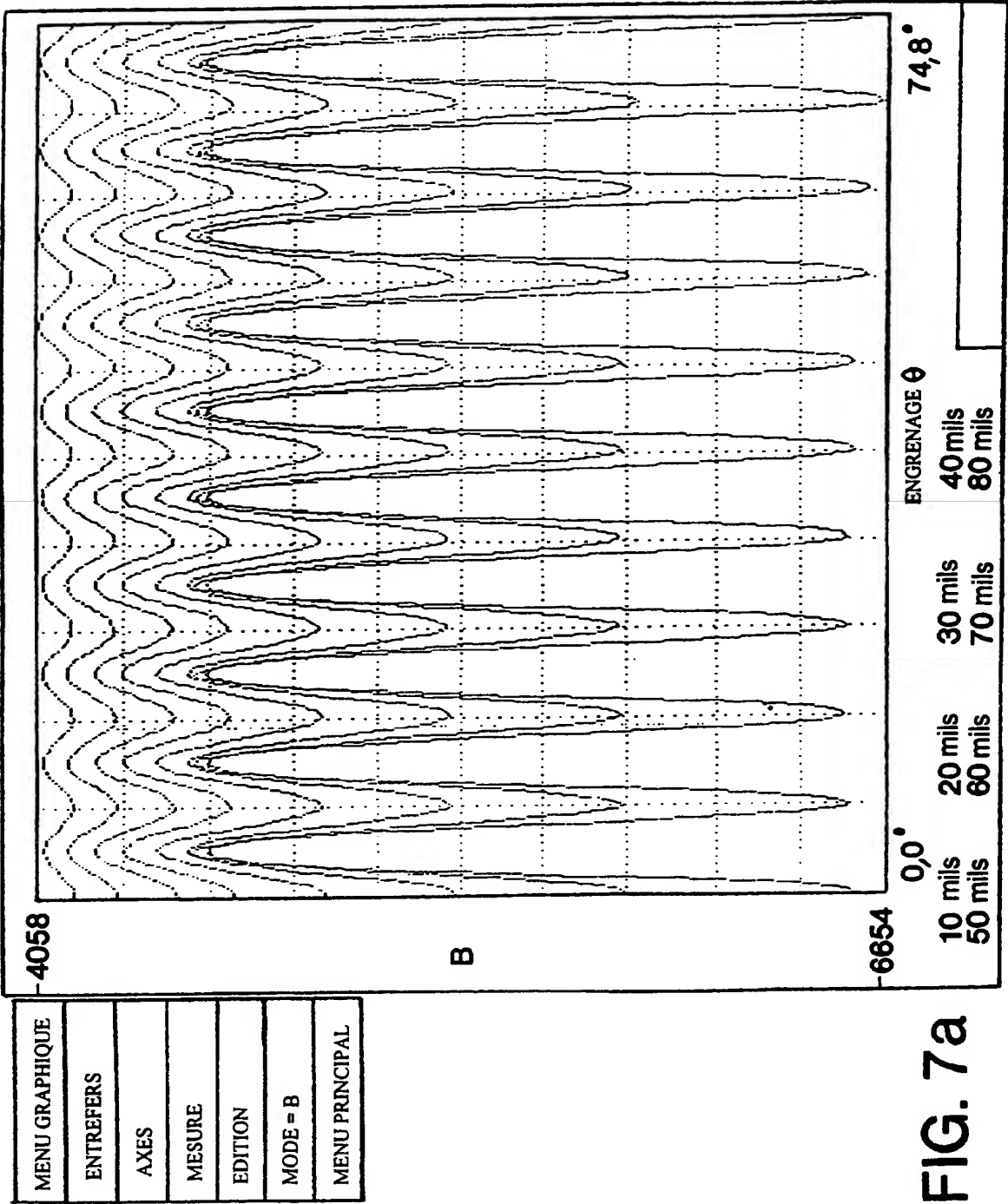


FIG. 7a

abs90035,SmCo[.320"Dx.200"L]  
FICHIER : abs90035.gmi,Mar6,1990  
ENTREFER MINI. = 10 mil, ENTREFER MAXI. = 150 mil

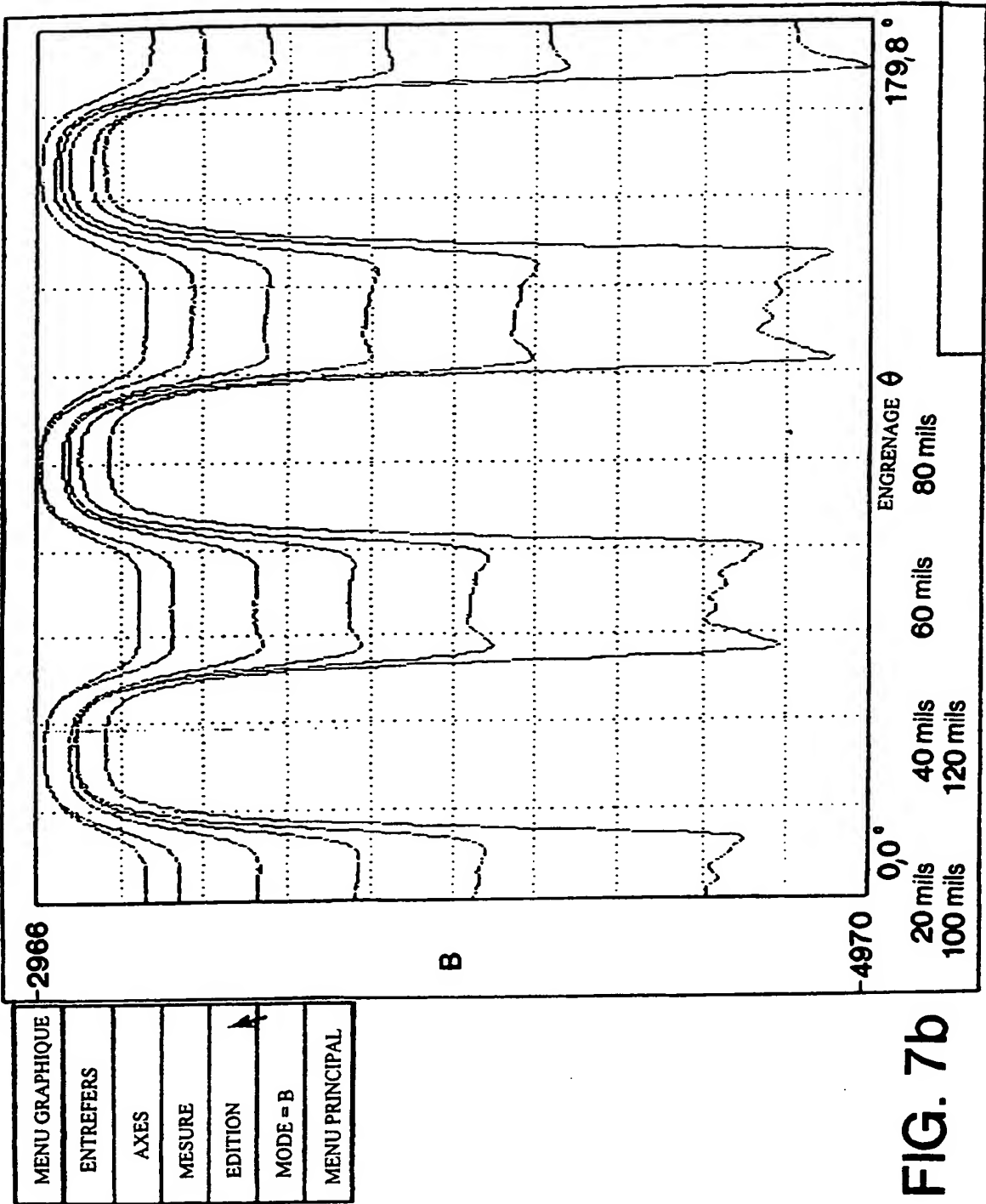
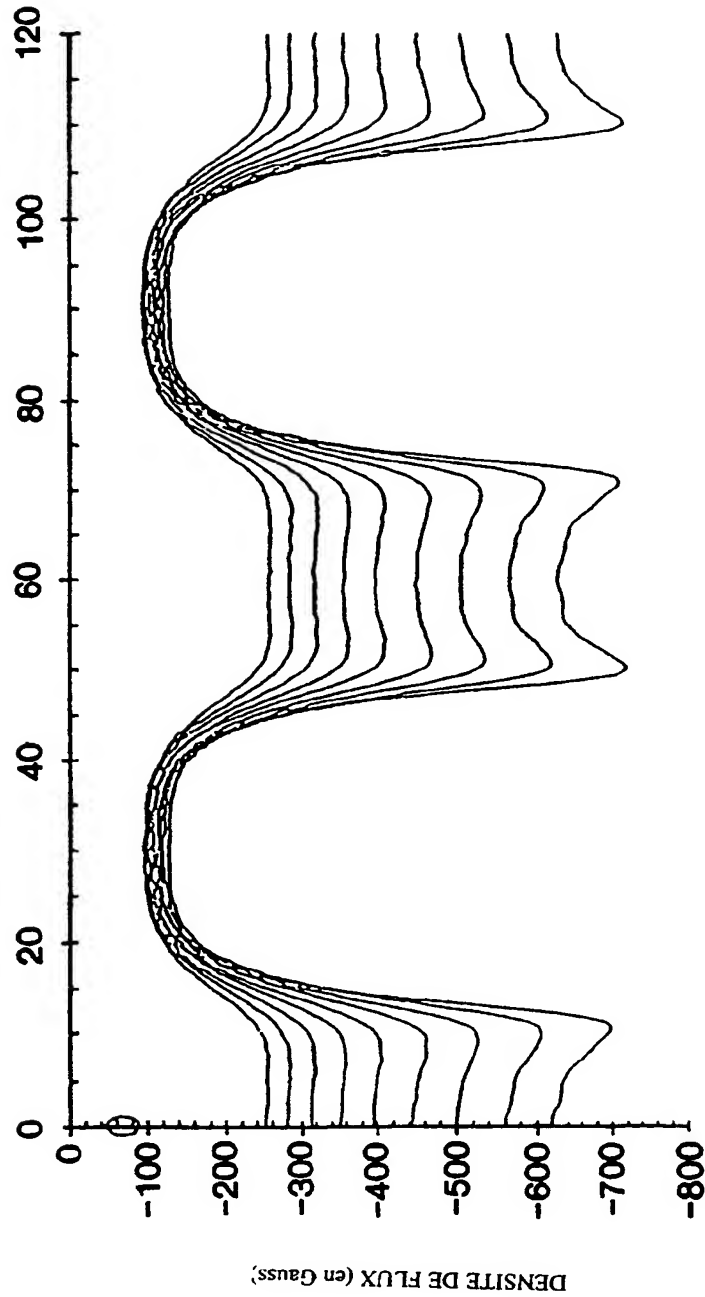


FIG. 7b

spd90020,SmCo[.315"Dx.200"L]  
FICHIER : spd90020.gmi,Apr12,1990

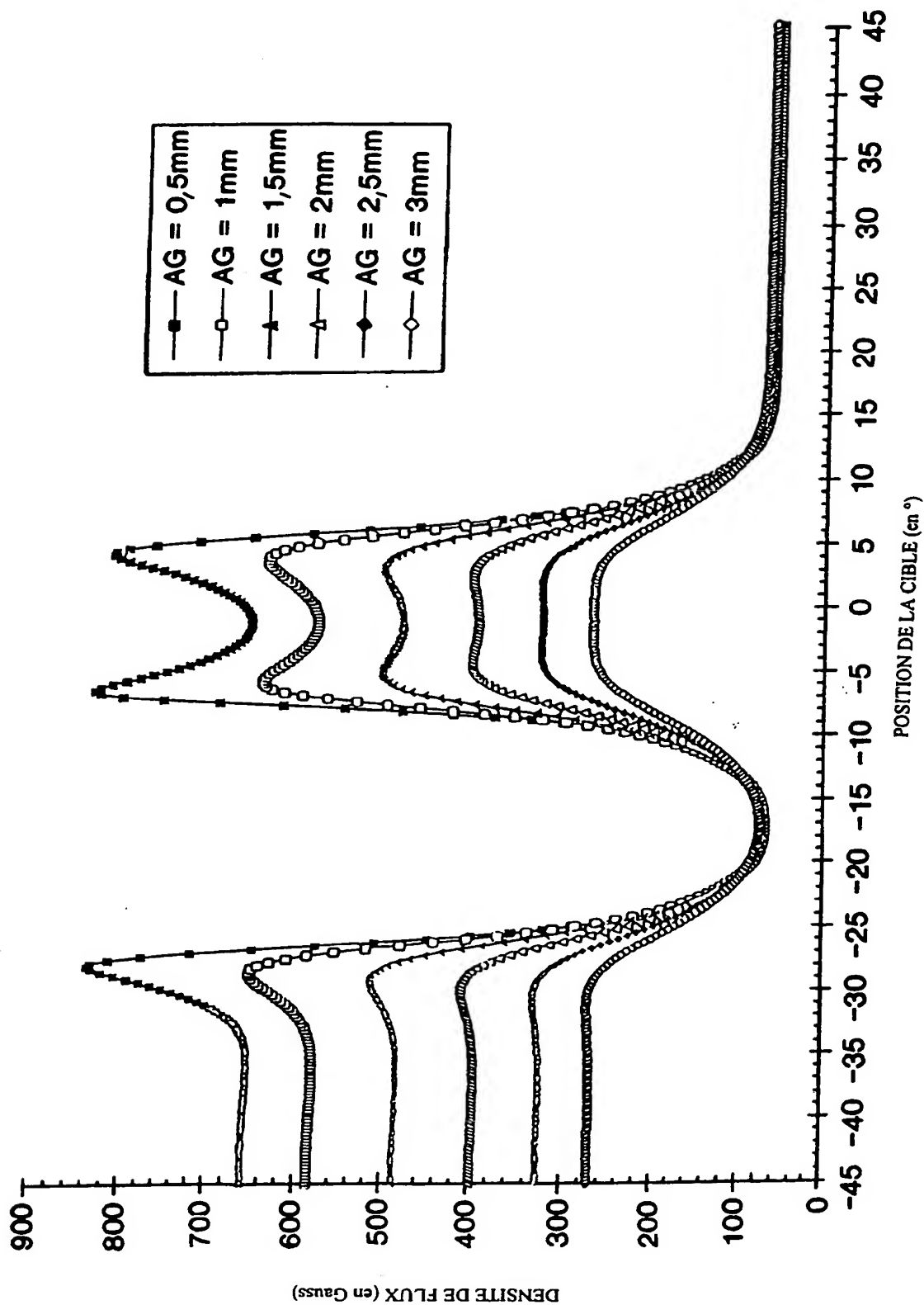
ENTREFER MINI. = 10 mil, ENTREFER MAXI. = 150 mil



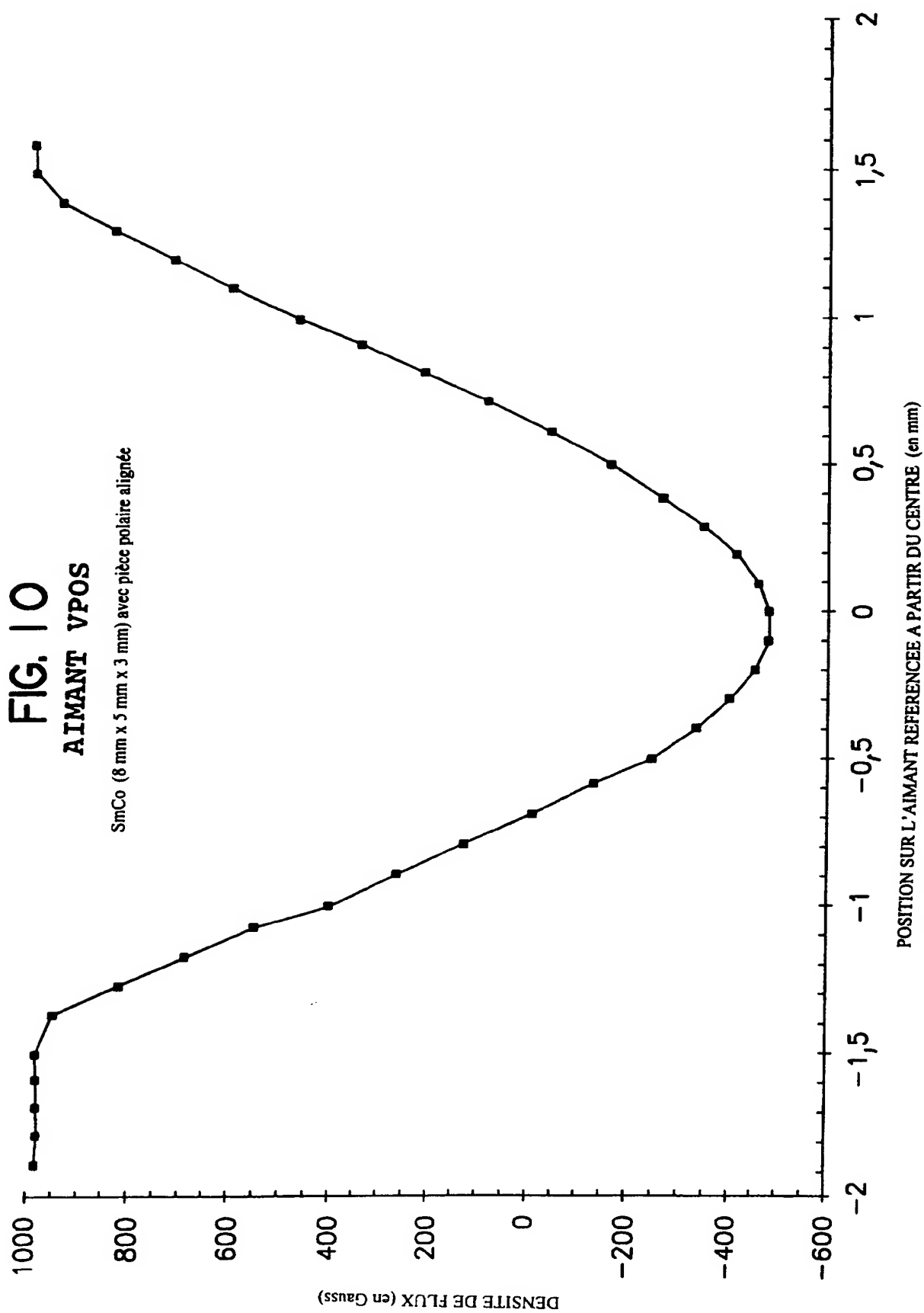
ROTATION DE LA CIBLE (en °)

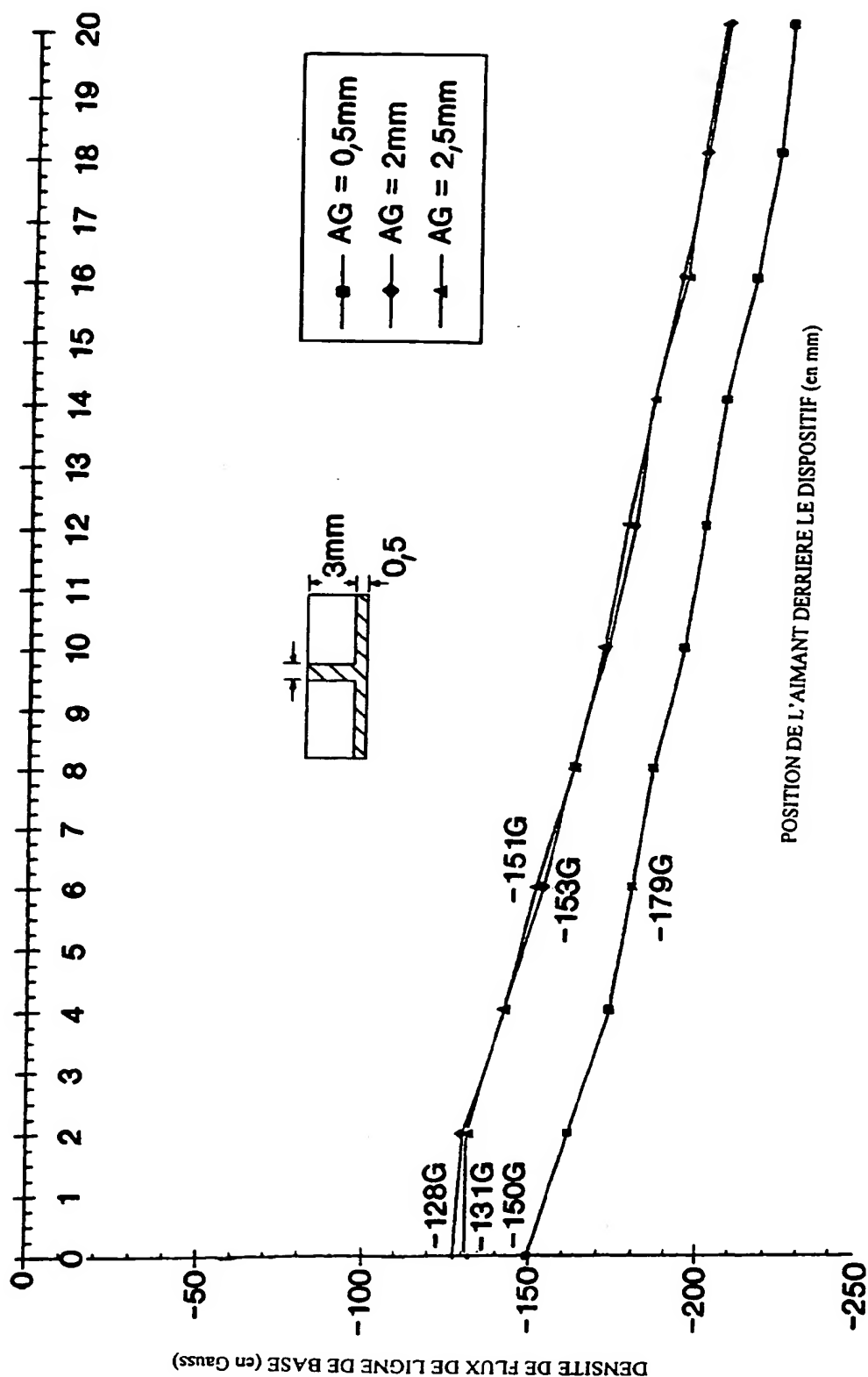
**FIG. 8**

SCHEMA DE FLUX DU CAPTEUR A LA MISE SOUS TENSION



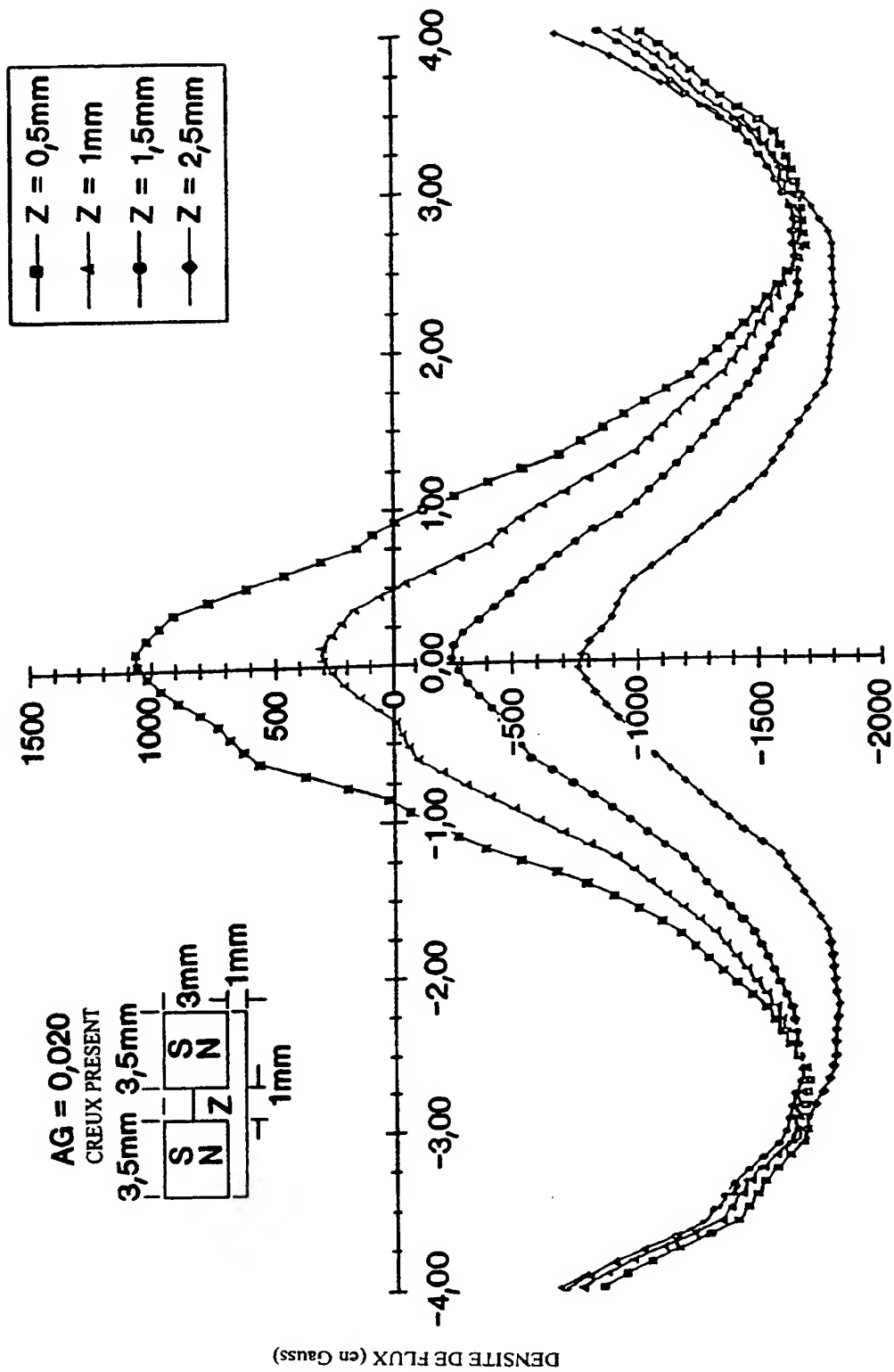
**FIG. 9**  
SCHEMA VPOS D'UN SEUL ELEMENT





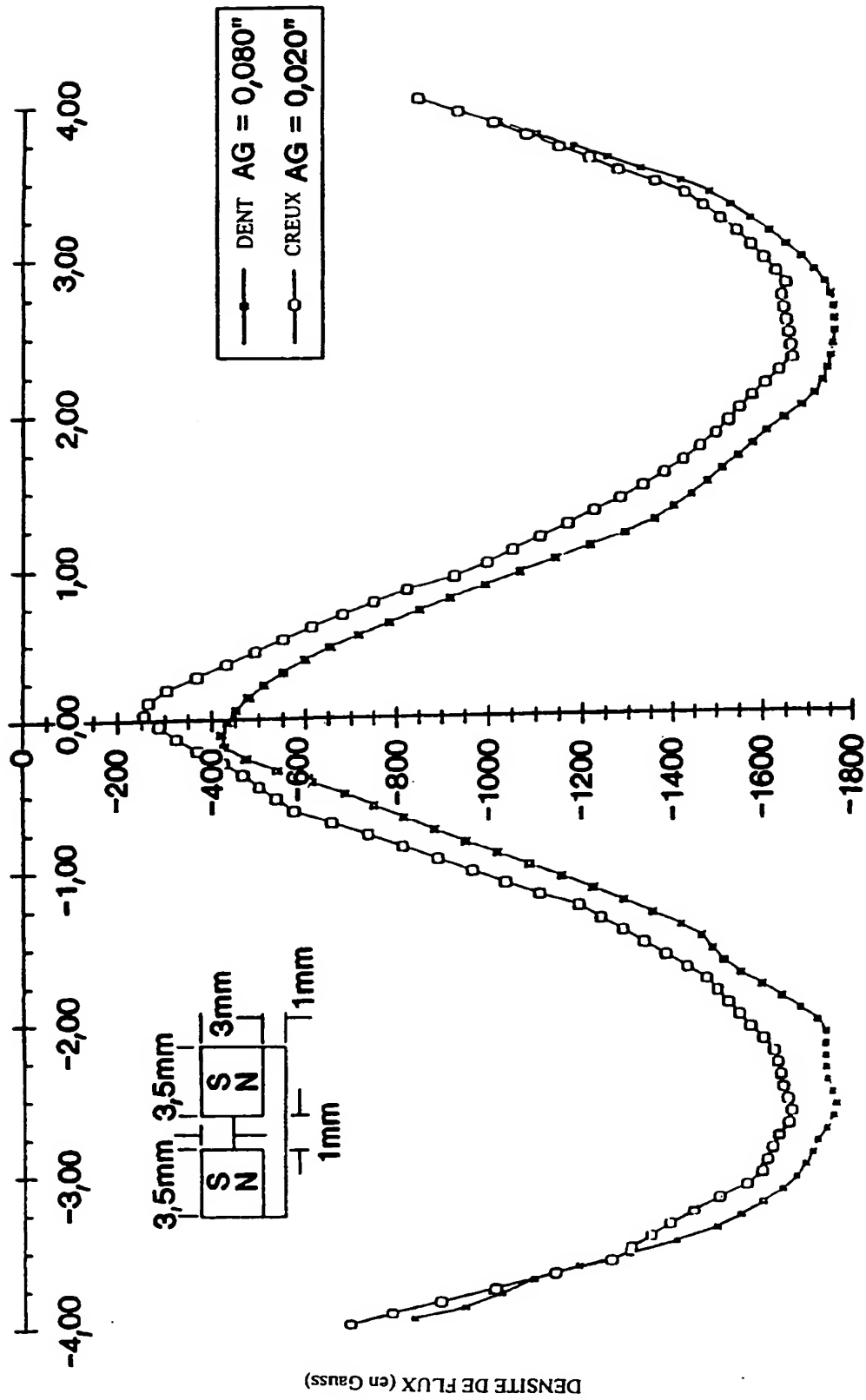
# FIG. 11

EFFET DE LA POSITION DE L'AIMANT PAR RAPPORT  
A L'ARRIERE DU DISPOSITIF SUR LE CHAMP DE LIGNE DE BASE

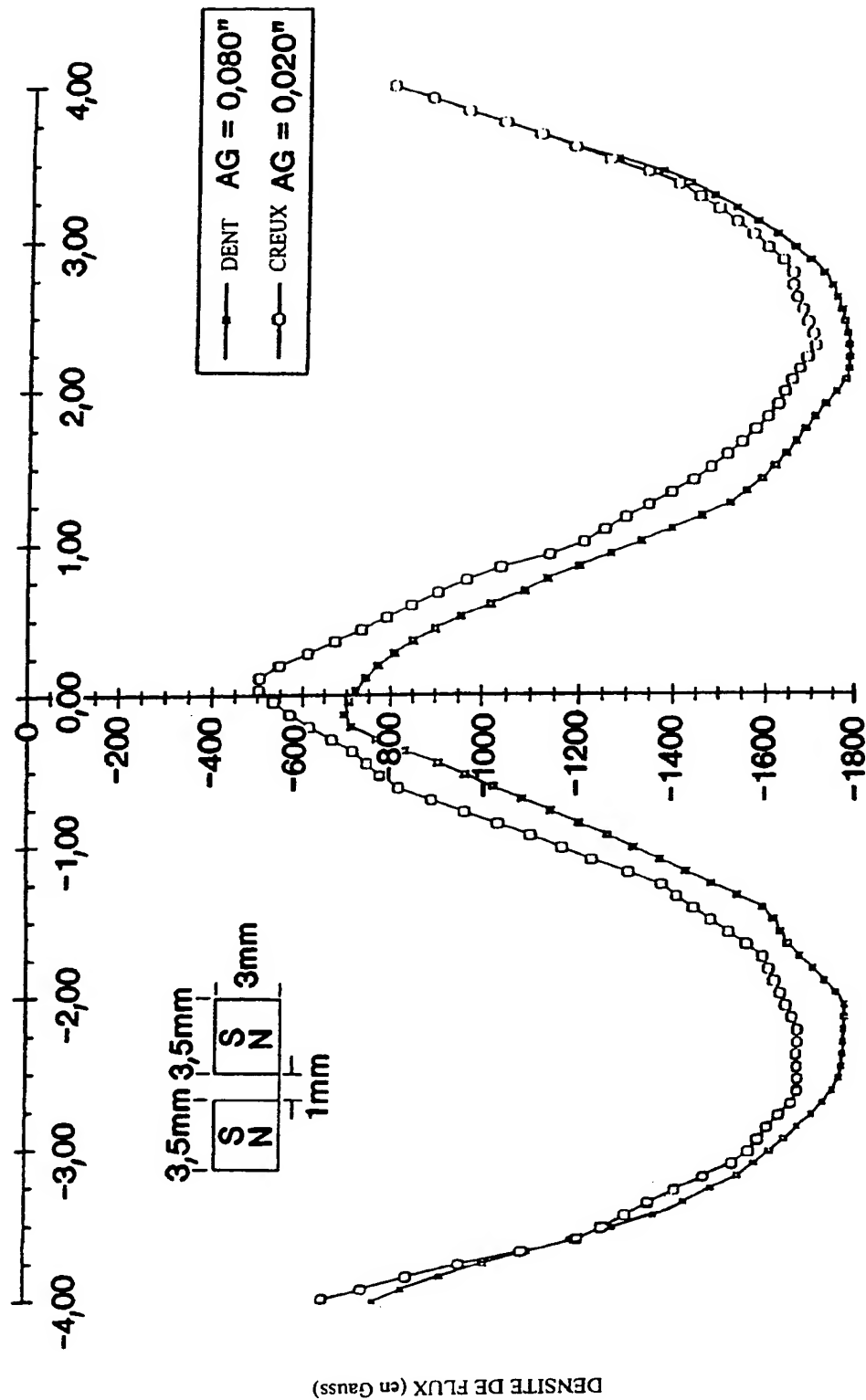
**FIG. 12****AIMANT AVEC PIECE POLAIRE EN T**

Z - DISTANCE ENTRE LA FACE DE L'AIMANT ET L'EXTREMITE DE LA PIECE POLAIRE





**FIG. 13**  
**AIMANT AVEC PIECE POLAIRE EN T**  
 COUPE TRANSVERSALE DE LA PIECE POLAIRE CENTRALE = 1 mmW x 2,5 mmL

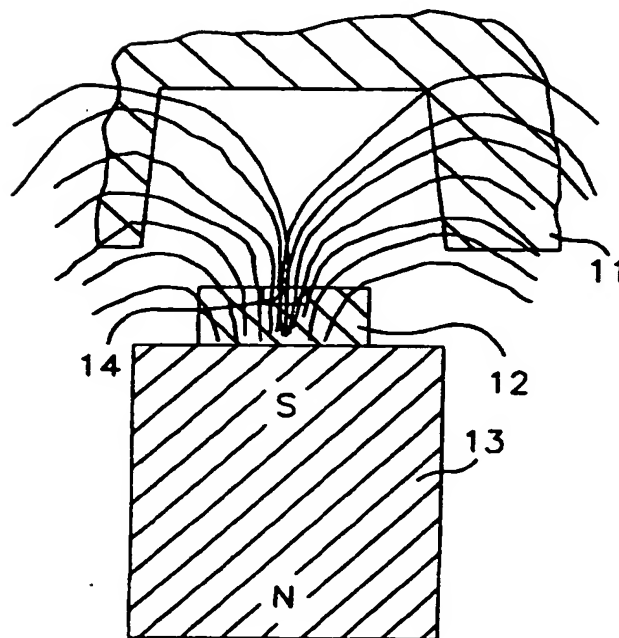
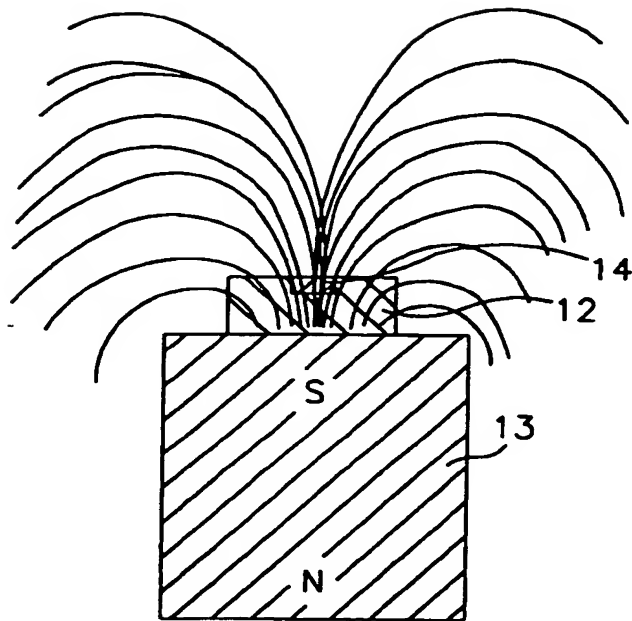


POSITION A TRAVERS LES FACES DE L'AIMANT (en mm)

**FIG. 14**

**AIMANT FEUILLETE**

AIMANT CENTRAL - 1mmW x 1,5 mmL



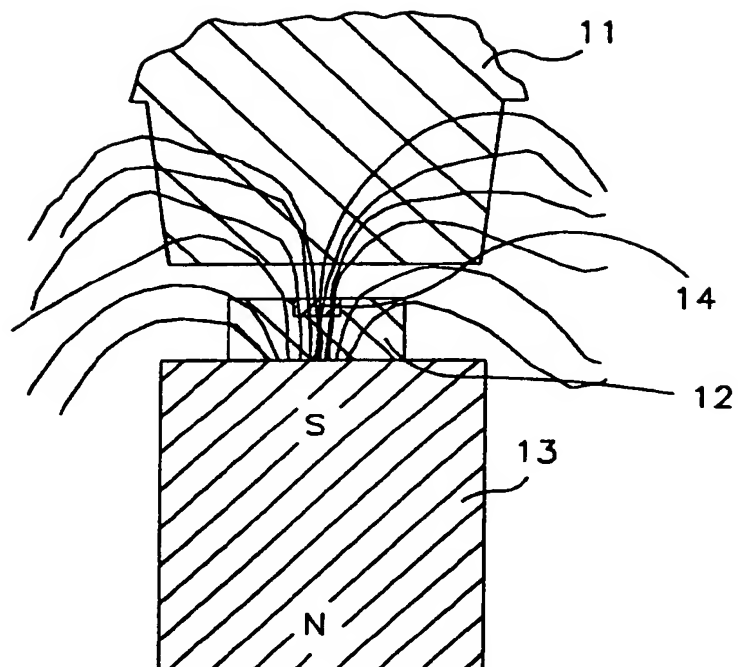


FIG. 17

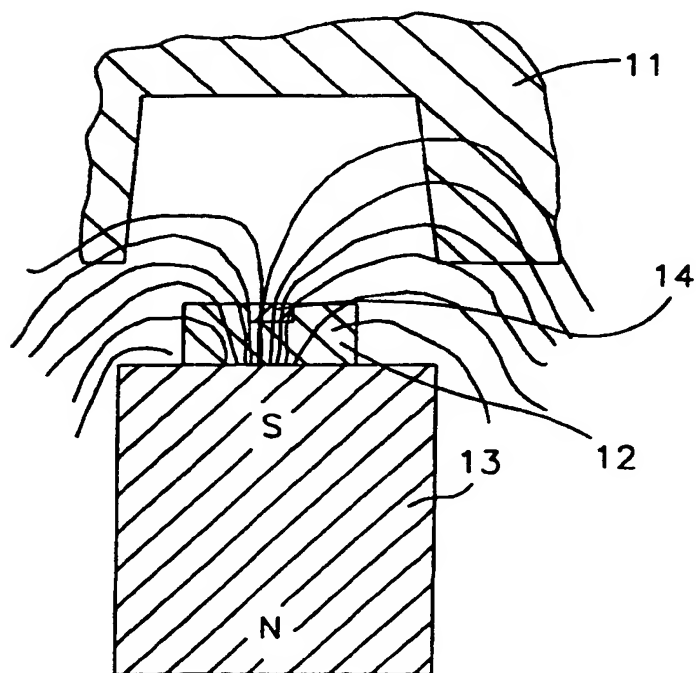


FIG. 18

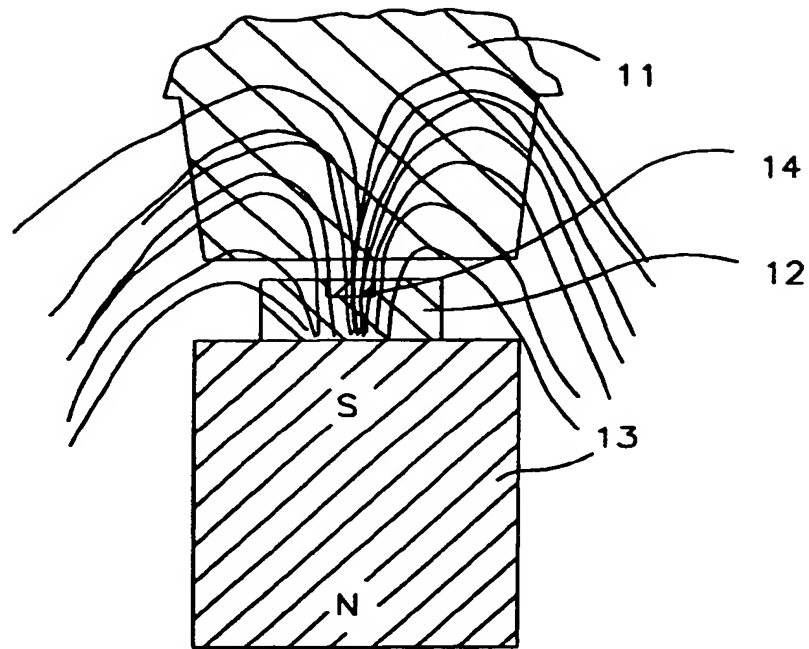


FIG. 19

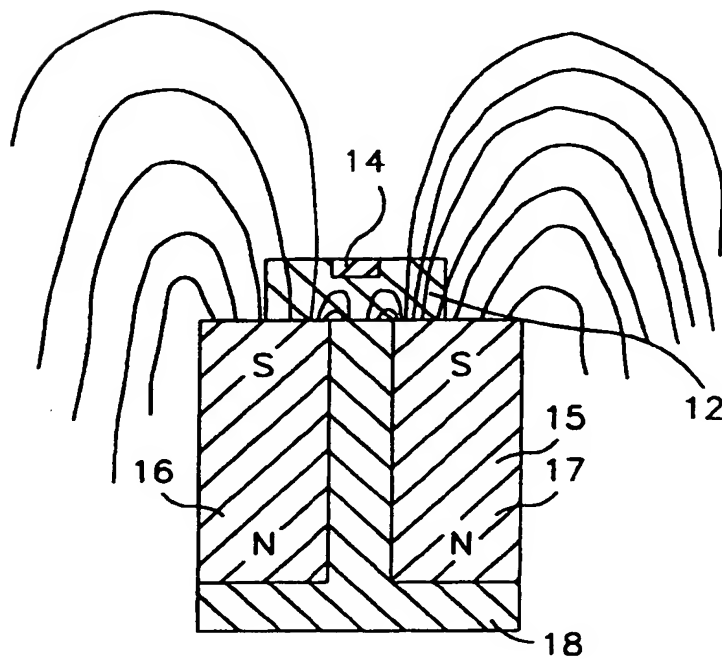


FIG. 20

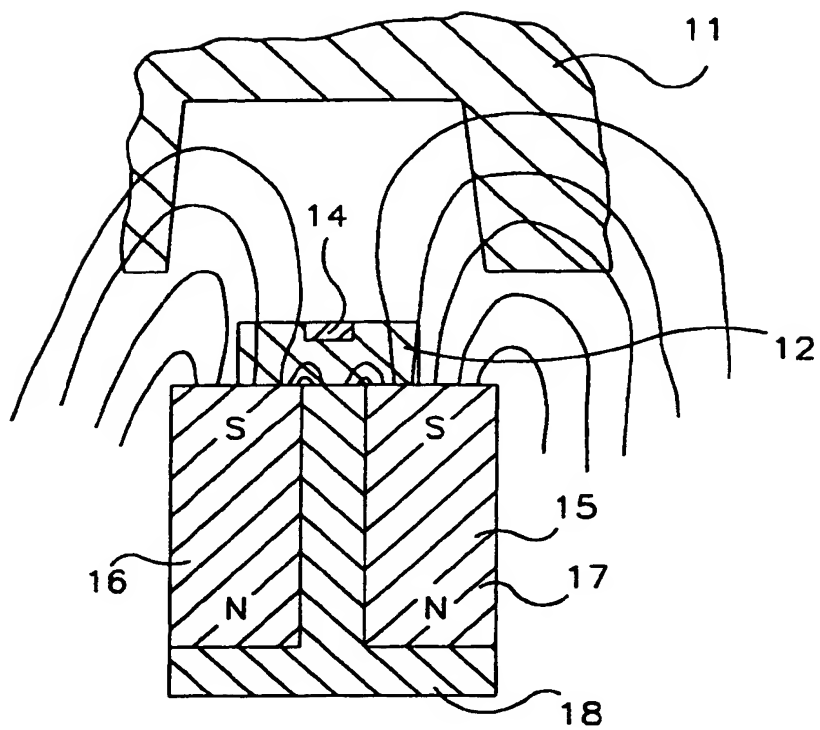


FIG. 21

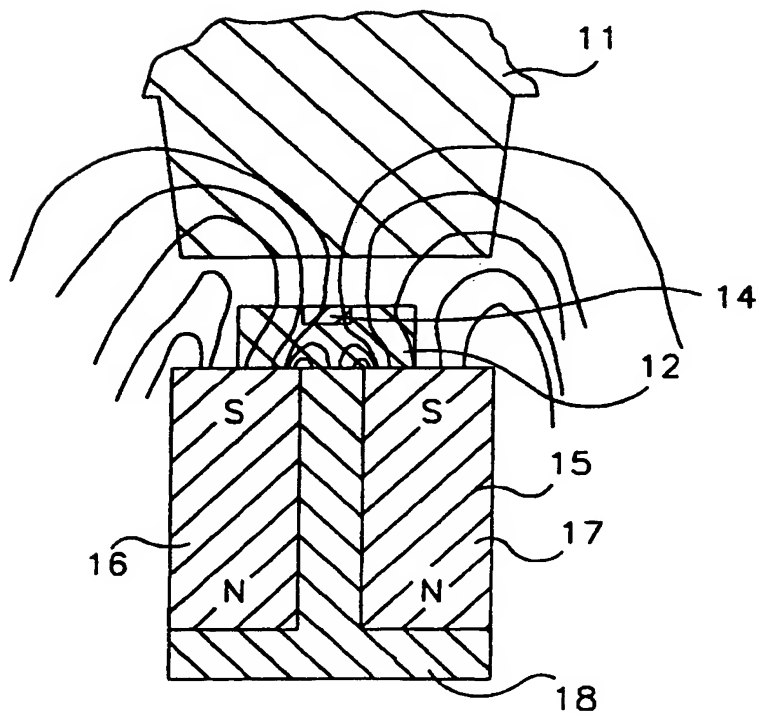


FIG. 22

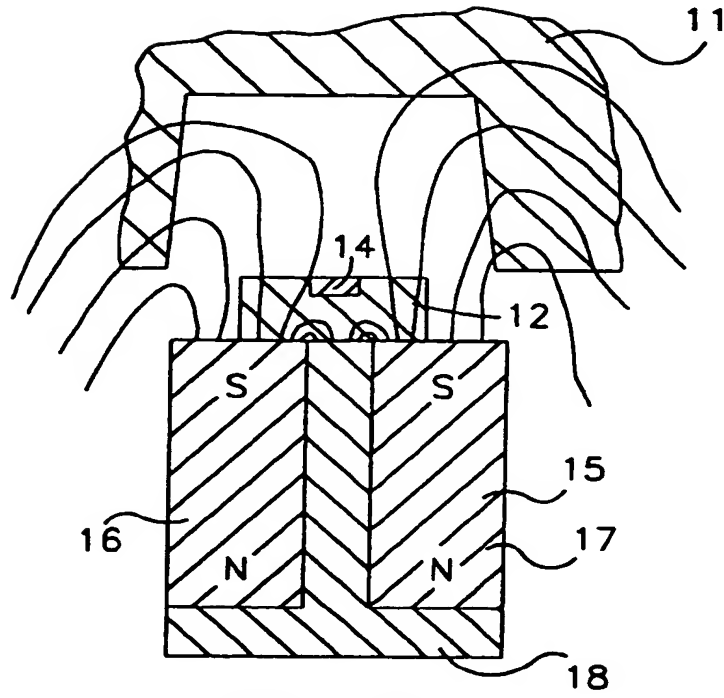


FIG. 23

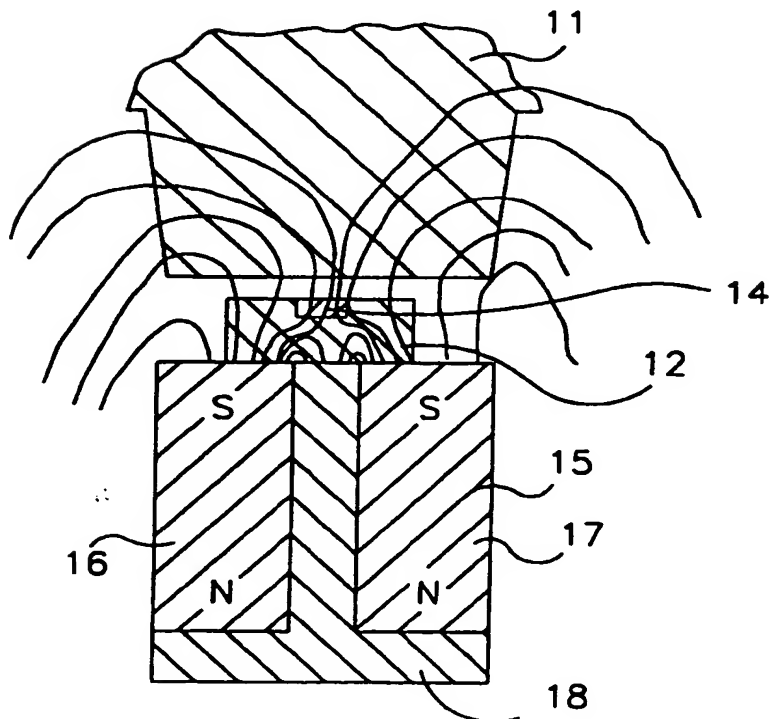
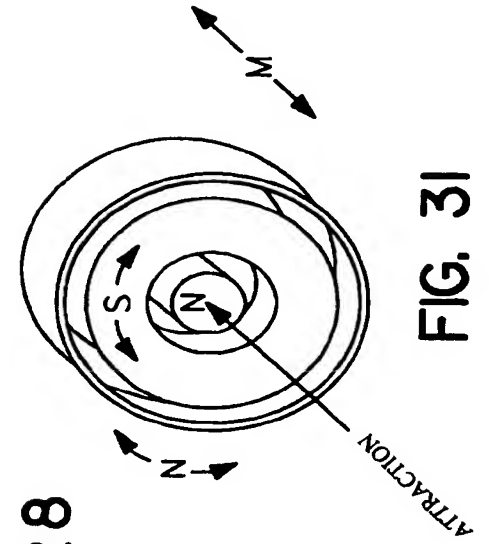
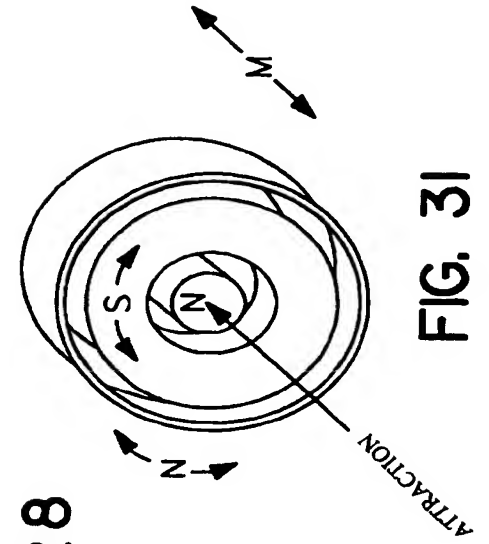
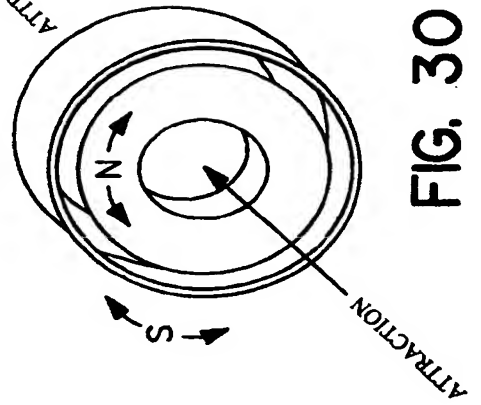
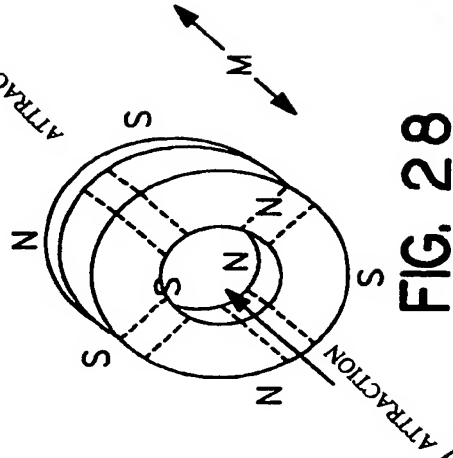
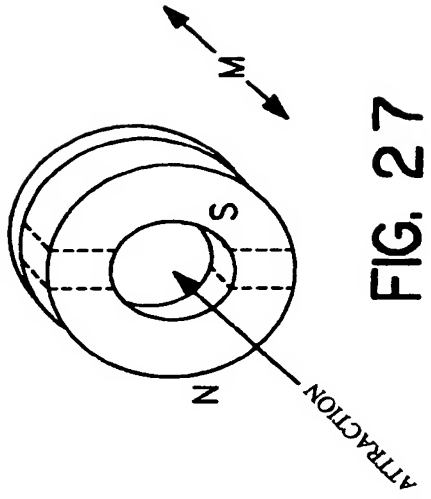
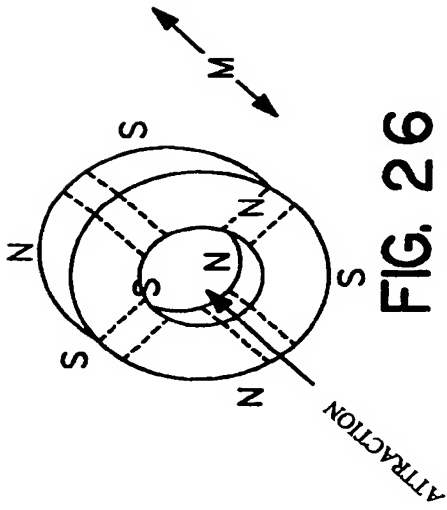
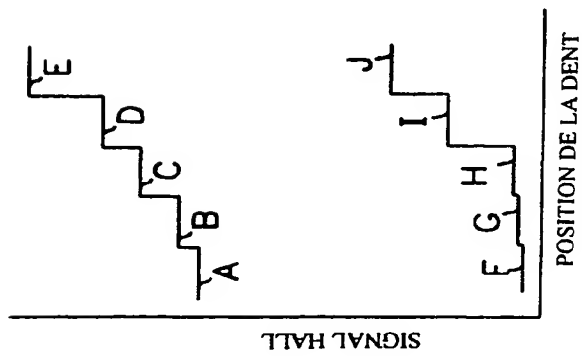


FIG. 24





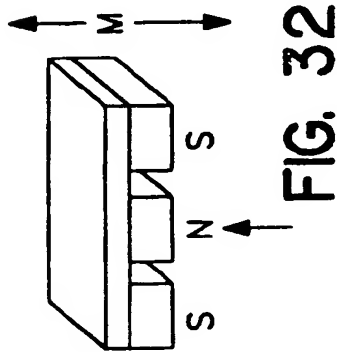


FIG. 32

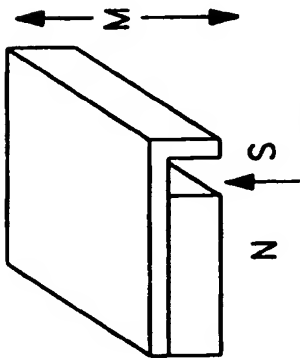


FIG. 33

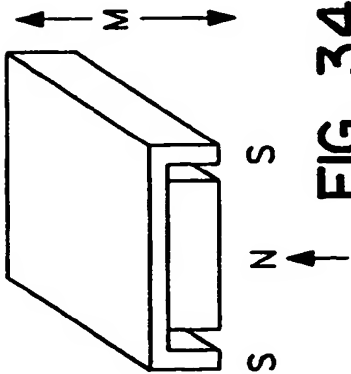


FIG. 34

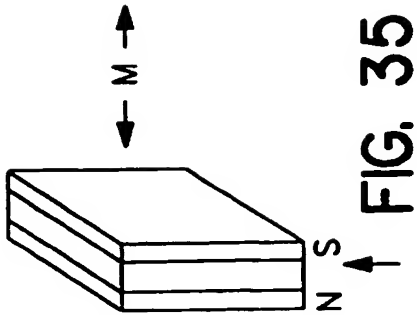


FIG. 35

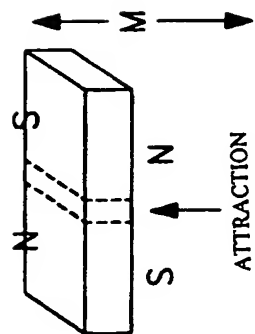


FIG. 36

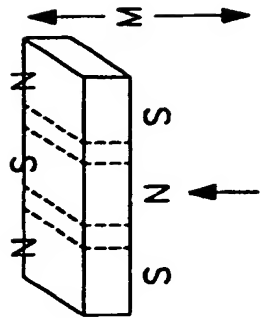


FIG. 37

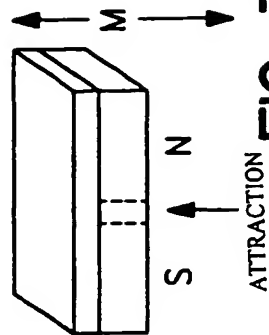


FIG. 38

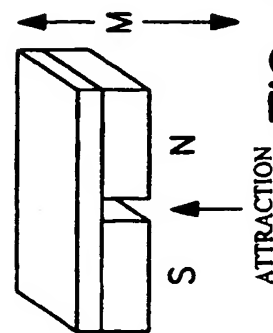


FIG. 39

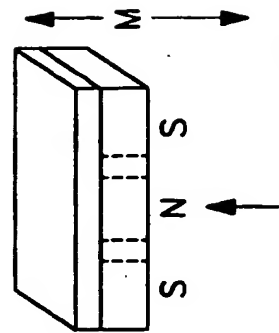


FIG. 40

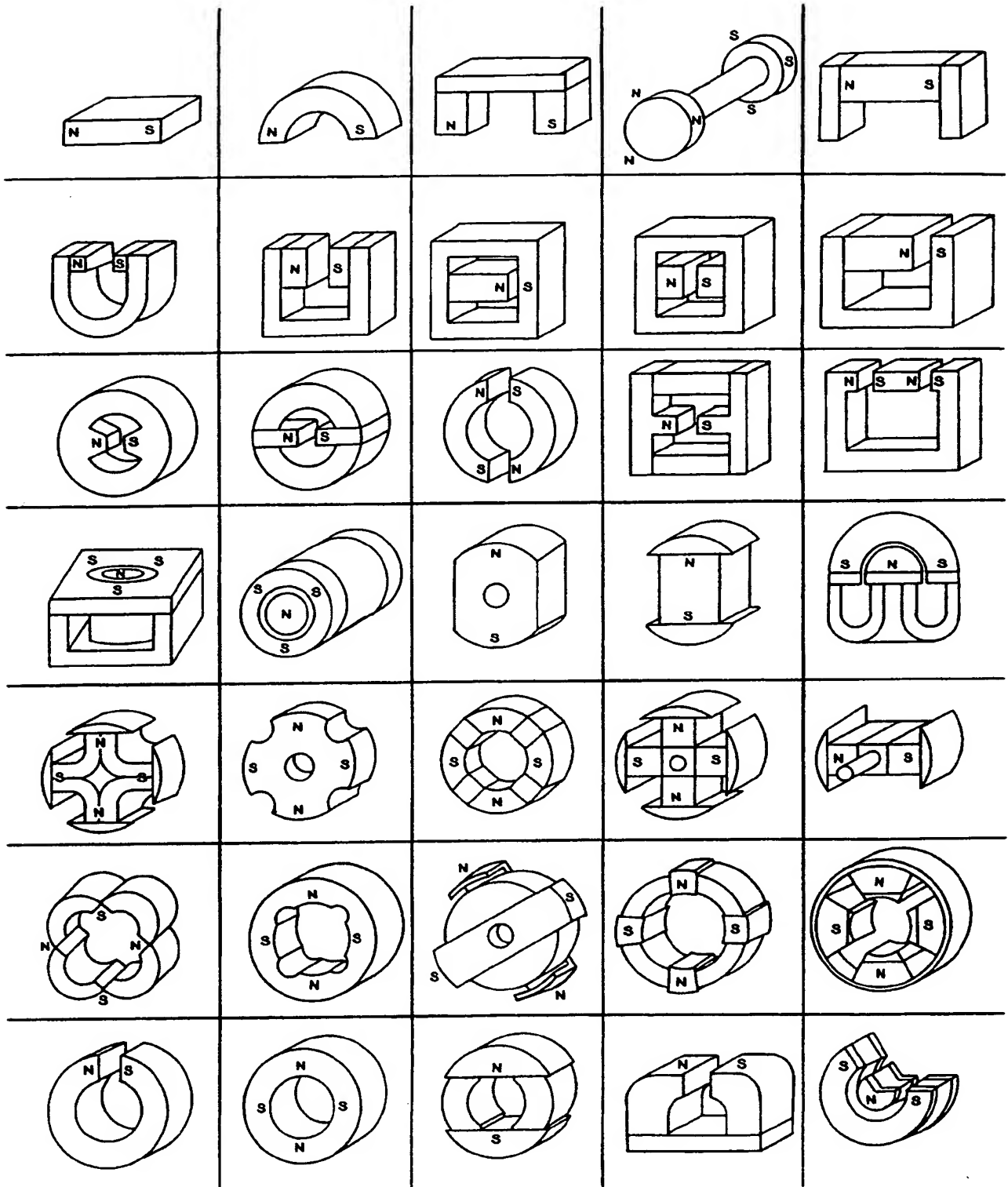


FIG. 41

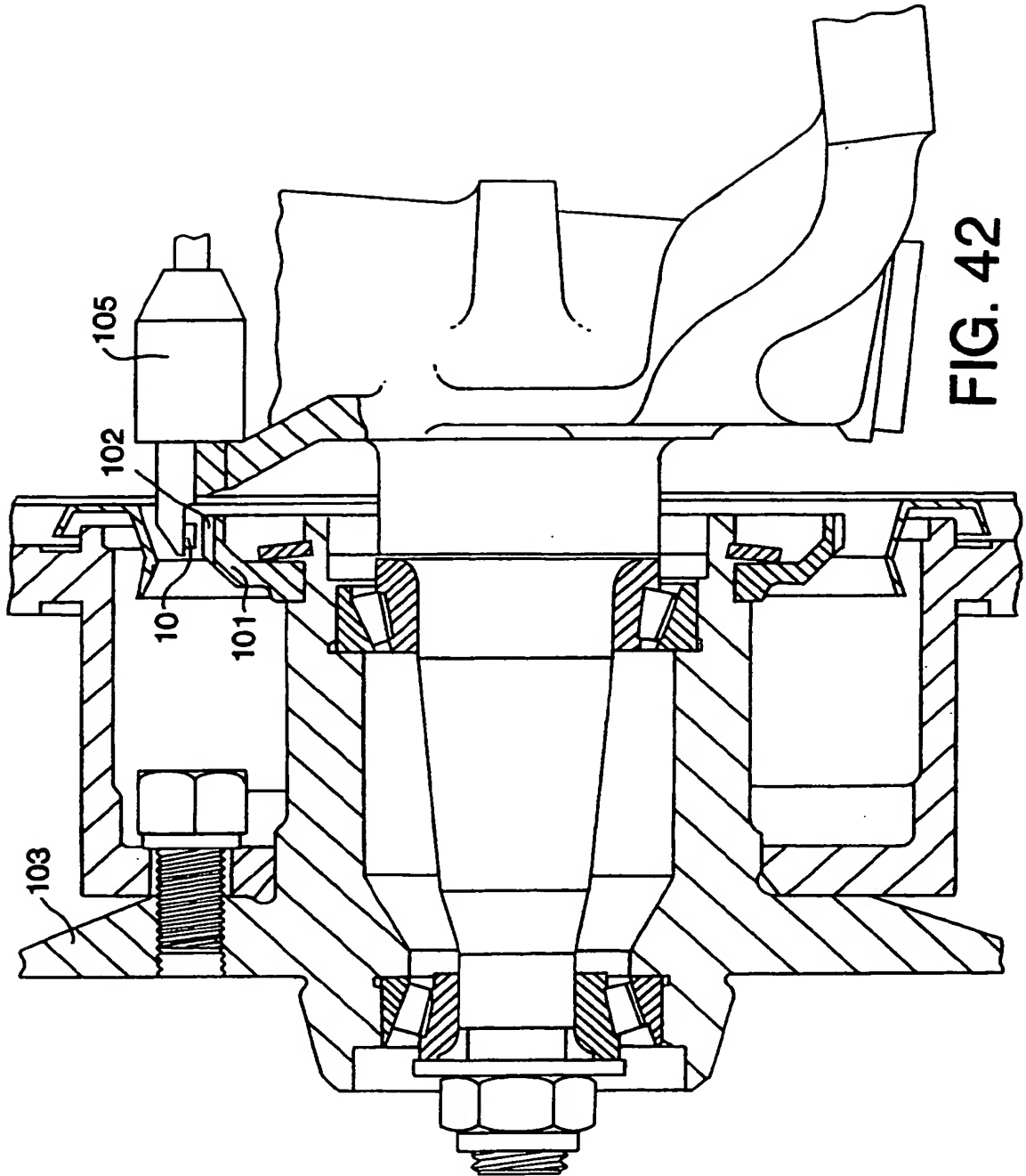


FIG. 42

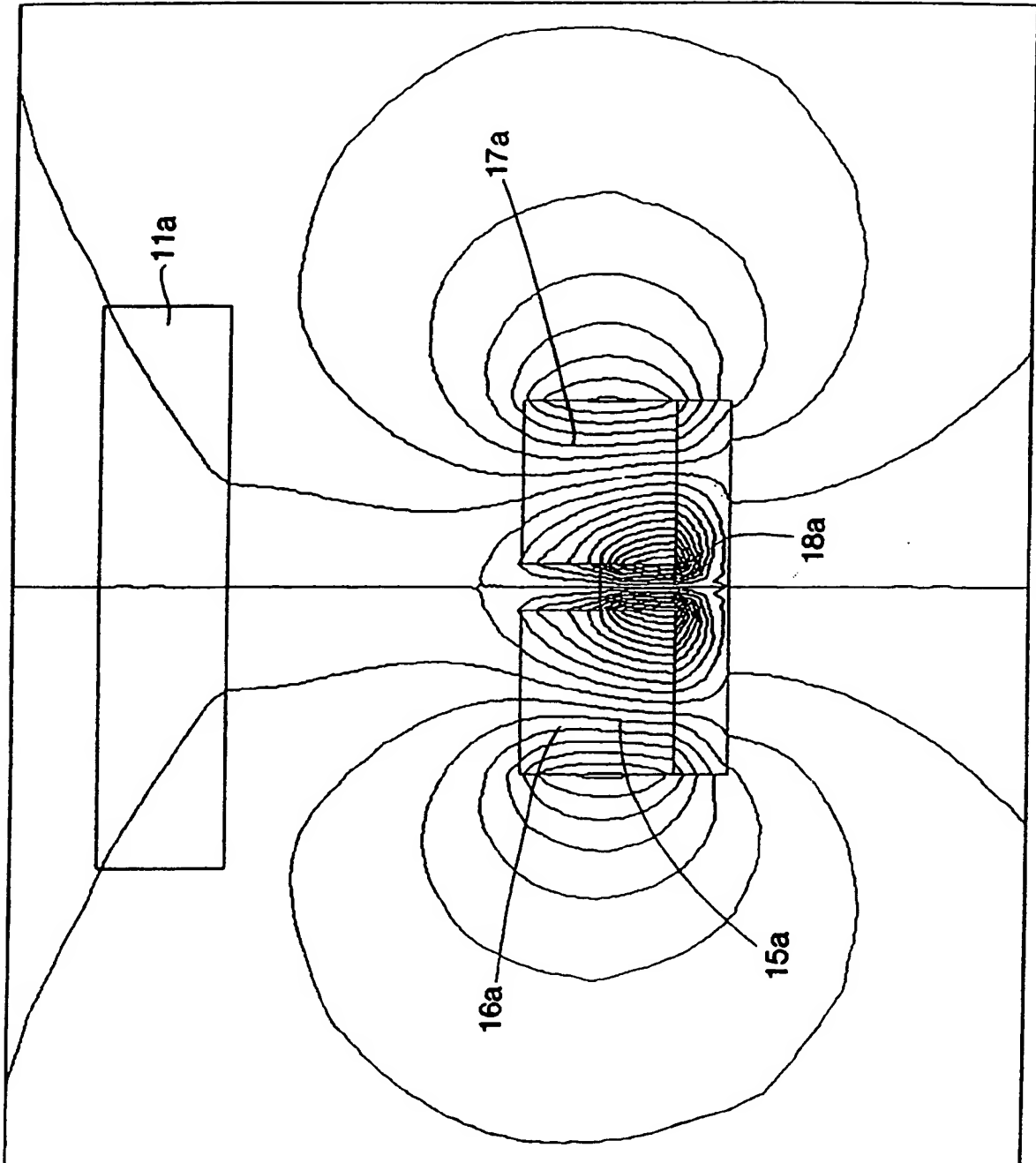


FIG. 43

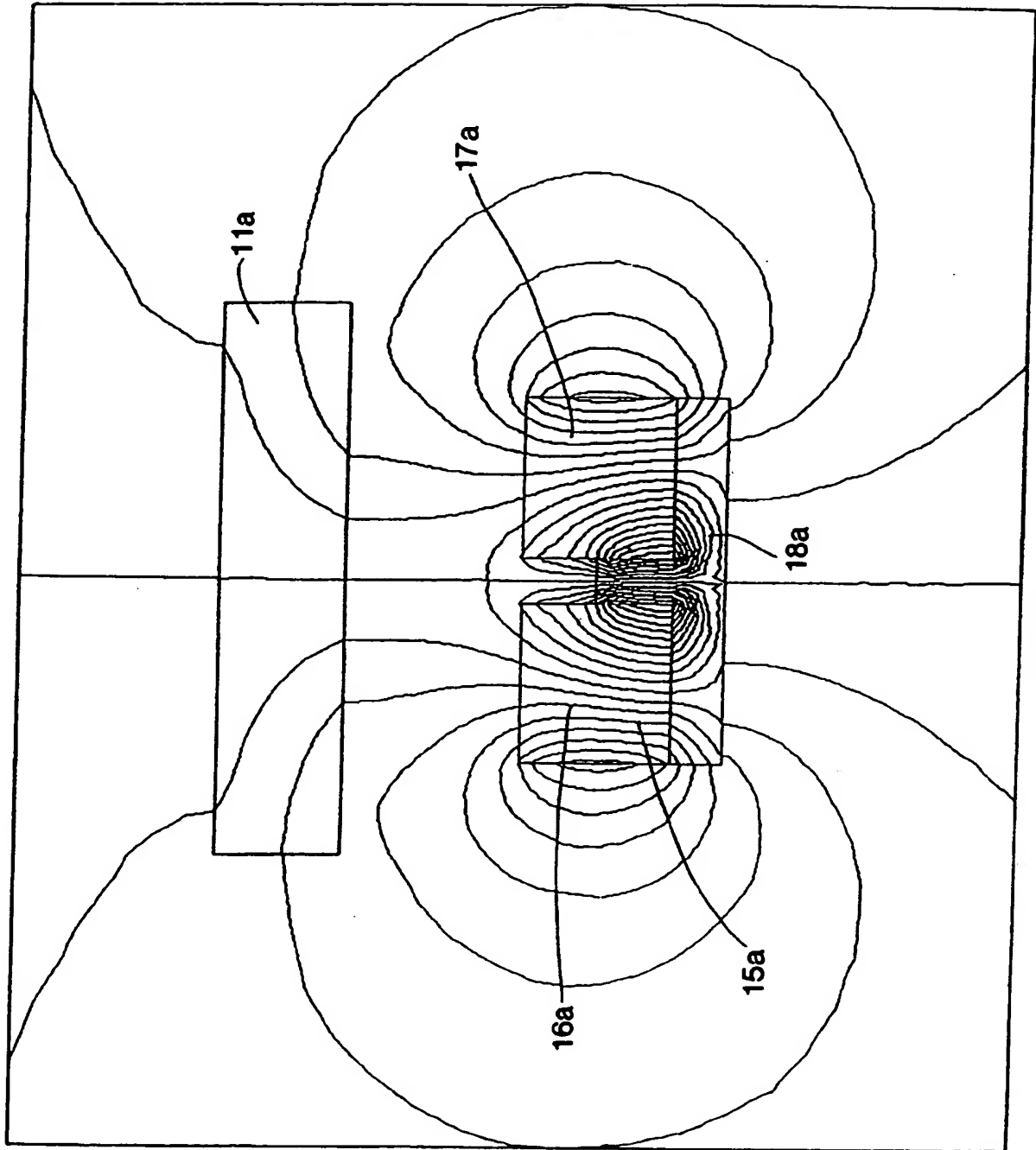


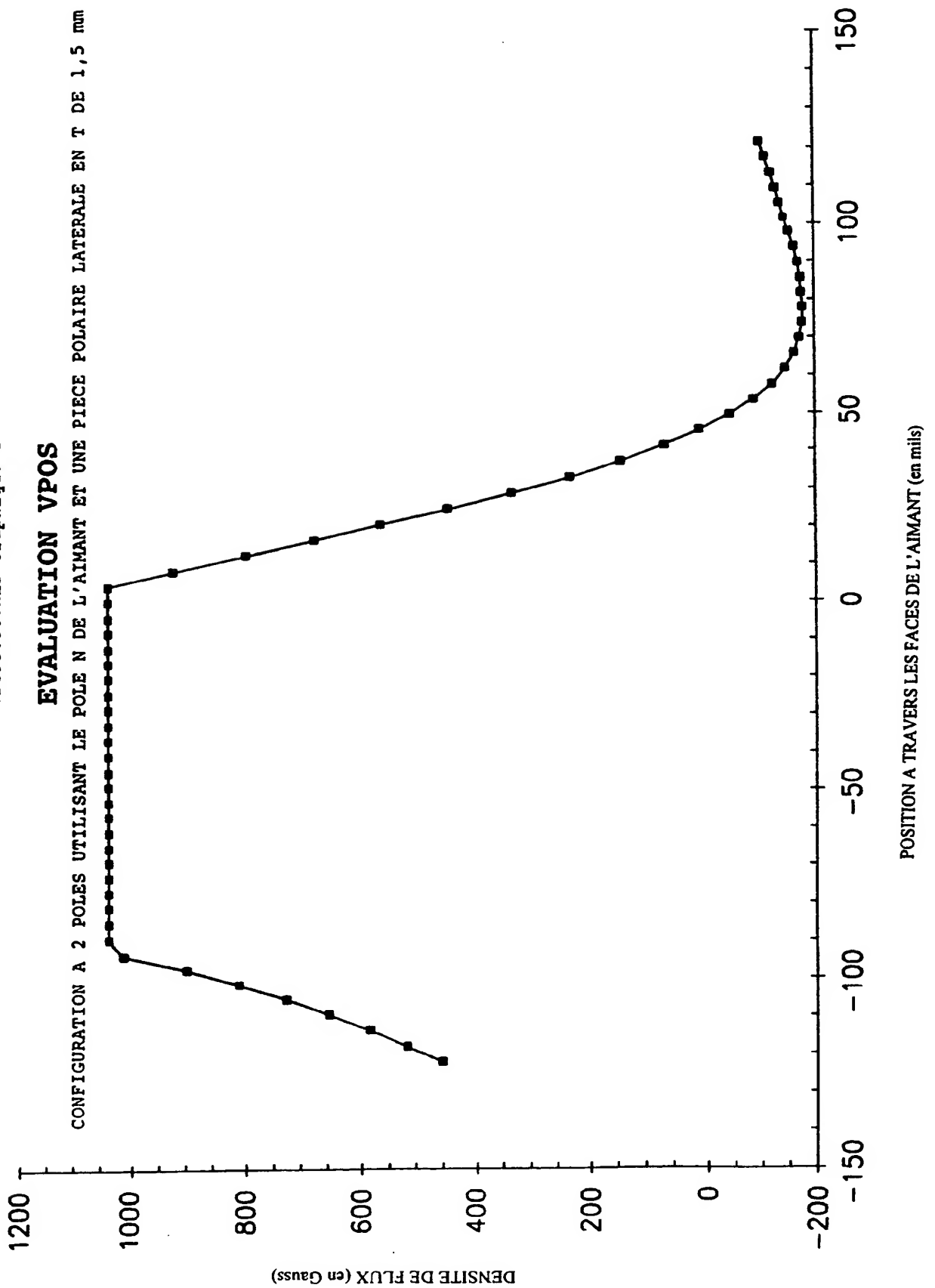
FIG. 44

# FIG. 45

VPO95036.XLS Graphique 1

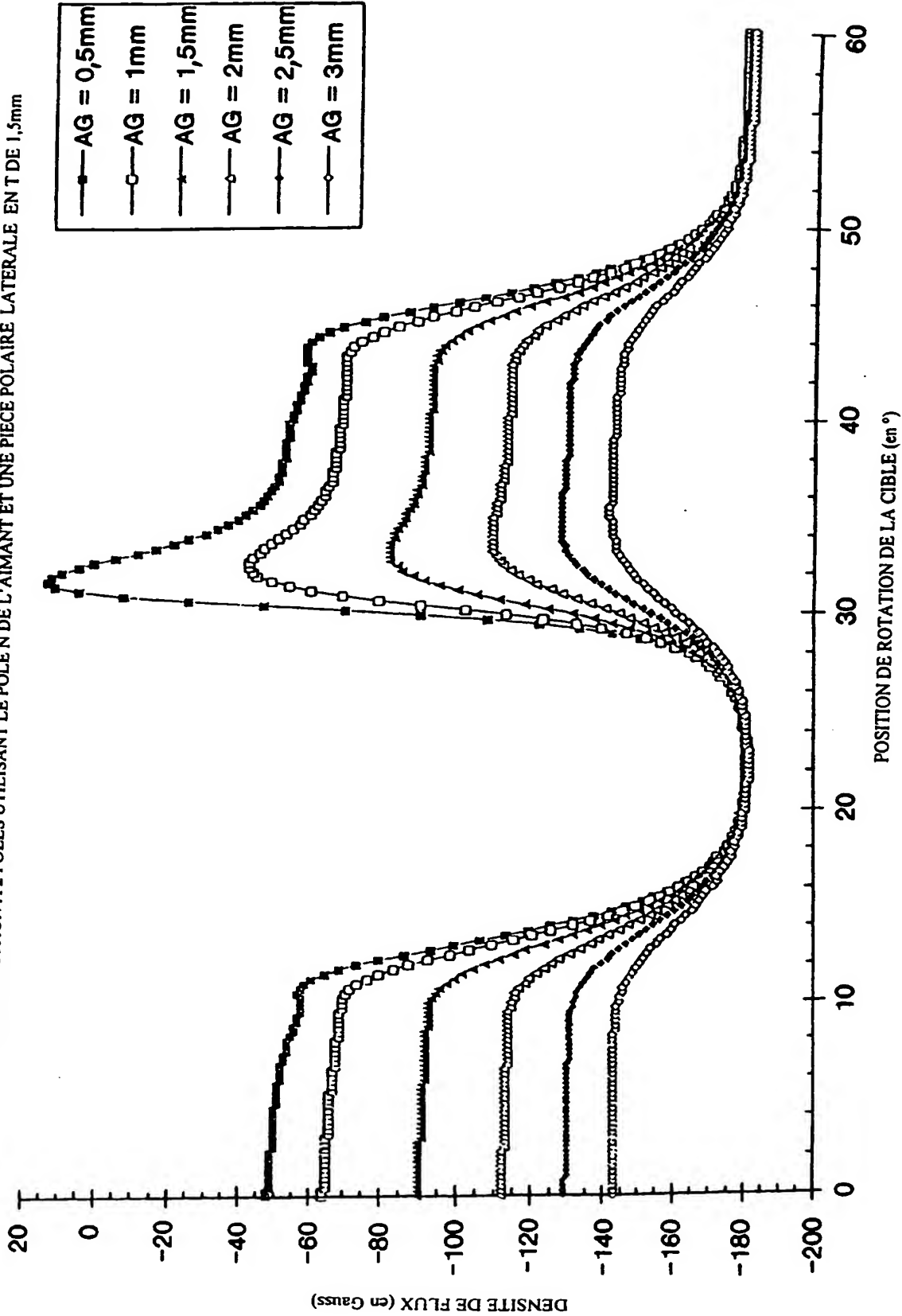
## EVALUATION VPOS

CONFIGURATION A 2 POLES UTILISANT LE POLE N DE L'AIMANT ET UNE PIECE POLAIRE LATÉRALE EN T DE 1,5 mm



VPO95037.XLS Graphique 1  
**EVALUATION VPOS**

CONFIGURATION A 2 POLES UTILISANT LE POLE N DE L'AIMANT ET UNE PIECE POLAIRE LATÉRALE EN T DE 1,5mm



**FIG. 46**

# COMPARAISON CAPTEURS HALL / MR (TECHNOLOGIE)

	EFFET HALL	EFFET MAGNETORESISTANT (MR)
PRINCIPE	GENERATION DE TENSION PERPENDICULAIRE AU COURANT ET A LA DENSITE DE FLUX	CHANGEMENT DE RESISTANCE EN FONCTION DE L'ANGLE ENTRE LA MAGNETISATION ET LE COURANT DANS LE MATERIAU MAGNETIQUE (CONFIGURATION EN PONT DE WHEATSTONE)
MATERIAU SENSIBLE	SEMICONDUCTEUR (Si, GaAs, InSb)	RESISTANCES METALLIQUES A COUCHE MINCE (PERMALLOY)
SENSIBLE A	DETECTION DE LA DENSITE DE FLUX PERPENDICULAIRE AU DISPOSITIF	DETECTION DE CHAMPS MAGNETIQUES DANS LE PLAN DE LA RESISTANCE (PERPENDICULAIRE A LA DIRECTION DE COURANT)
SENSIBILITE POUR DETECTER DES CHAMPS MAGNETIQUES	$S_{Hall} \sim 0,1 S_{MR}$	
SENSIBILITE AUX MARQUES FERROMAGNETIQUES OU ROUES DENTEES	SELON LES AIMANTS, L'HYSTERESIS, LE MODULE D'ENGRENAGES	
AIMANTS NECESSAIRES POUR OBTENIR UNE DISTANCE DE MESURE COMPARABLE	TERRES RARES (SmCo)	FERRITE
LIMITES DE TEMPERATURE	CONDUCTIBILITE INTRINSEQUE (CAPTEUR SEMICONDUCTEUR)	GROUPAGE (CAPTEUR A COUCHE METALLIQUE)

FIG. 47

PHILIPS SEMICONDUCTEURS  
Dispositifs de Capteur  
V. Graeger  
26 Fevrier 1992